

**Universidade Nova de Lisboa  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Engenharia Electrotécnica**

*Development of web services to help risk management of construction projects*

Por  
André Filipe Esteves Ganhão

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Orientador: Professor Celson Lima

**Lisboa  
2010**



# Resumo

A gestão de riscos e resposta a imprevistos é hoje em dia uma mais-valia em projectos de construção. Os imprevistos assim como as falhas de comunicação causam atrasos e aumento dos custos, havendo uma grande necessidade de os resolver em tempo útil.

O desenvolvimento de novas tecnologias de informação e capacidades da internet fomentou o aparecimento de novos tipos de gestão de riscos, ou seja, *software* de apoio à gestão com ligação à internet. O uso da internet permite aumentar drasticamente a rapidez da comunicação à distância entre os vários intervenientes num projecto de construção.

Assim o propósito deste trabalho é desenhar e implementar uma infra-estrutura computacional para a gestão de riscos, eventos e planeamento de projectos de construção. Pretende-se melhorar a comunicação entre os intervenientes no local (encarregados) e os responsáveis que trabalham à distância (empregueiros e gerentes de projecto). Outro objectivo é proporcionar uma melhor visibilidade e controlo sobre o progresso dos trabalhos assim como acelerar a capacidade de tomada de decisões face a imprevistos e, por consequência, potencializar o aumento da produtividade e qualidade nos projectos de construção.

# Abstract

Risk management and response to unforeseen events are nowadays seen as assets in construction projects. Unforeseen events and communication failures often cause delays and increased costs, so there is the need to solve them swiftly.

The development of information and communication technologies, promoted the emergence of new ways of risk management, i.e., management support software connected to the internet. The use of the internet allows for communication speed between distant participants on a construction project to have a drastic increase.

Therefore the purpose of this work is to design and implement a computational infrastructure to manage risks, events and to plan construction projects. It intends to improve communication between participants on site (foremen) and the office workers (contractors and project managers). There is also the goal to provide better visibility and control over the works' progress, as well as to speed up the ability to decide in view of unforeseen events and, by consequence, potentiate the increase of productivity and quality in construction projects.



# Lista de acrónimos

DER – Diagrama de Entidade Relação

ICT – Information and Communication Technologies

ICE – *Interface* Controlo e Entidade

IDE – Integrated Development Environment

SQL – Structured Query Language

*UML* – Unified Modeling Language

PDA – Personal Digital Assistant (assistente digital pessoal)

CSTB – Centre Scientifique e Technique du Bâtiment

GPS – Global Positioning System

WPS – WiFi Positioning System

NFC – Near Field Communication

RFID – Radio-Frequency Identification



# Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA .....	1
1.2	VISÃO .....	3
1.3	OBJECTIVOS .....	4
1.3.1	<i>Aplicação móvel (PDA).....</i>	<i>4</i>
1.3.2	<i>Aplicação Project Manager (Escritório) .....</i>	<i>4</i>
1.3.3	<i>Plataforma central e WebServices (E-site).....</i>	<i>5</i>
1.4	CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO .....	5
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	6
<b>2</b>	<b>ESTADO DA ARTE.....</b>	<b>7</b>
2.1	GESTÃO DE RISCOS .....	7
2.1.1	<i>Definição.....</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Objectivos .....</i>	<i>7</i>
2.1.3	<i>Diferentes riscos e métodos de gestão .....</i>	<i>8</i>
2.2	PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS .....	9
2.2.1	<i>Funcionalidades e capacidades dos dispositivos móveis .....</i>	<i>9</i>
2.2.2	<i>Protocolo de comunicação Bluetooth .....</i>	<i>11</i>
2.2.3	<i>Protocolo de Comunicação Near-Field.....</i>	<i>12</i>
2.2.4	<i>Wireless Local Area Network (WLAN).....</i>	<i>13</i>
2.3	SOFTWARE DE GESTÃO DE PROJECTOS .....	14
2.3.1	<i>Funcionalidades .....</i>	<i>14</i>
2.3.2	<i>Microsoft Project.....</i>	<i>15</i>
2.4	SÍNTESE.....	16
<b>3</b>	<b>MODELO CONCEPTUAL E SOLUÇÃO PROPOSTA.....</b>	<b>17</b>
3.1	TERMOS BÁSICOS.....	17
3.2	MODELO CONCEPTUAL .....	19



3.3	DIAGRAMAS DE CASO UML .....	22
3.3.1	<i>Módulo de Suporte</i> .....	22
3.3.2	<i>Módulo de Registo de eventos</i> .....	23
3.3.3	<i>Módulo de Gestão</i> .....	24
<b>4</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA.....</b>	<b>25</b>
4.1	AS TECNOLOGIAS ADOPTADAS.....	25
4.2	ARQUITECTURA DO SISTEMA.....	26
4.3	VISTA ESTRUTURAL .....	27
4.3.1	<i>Aplicação E-Site (back-office)</i> .....	28
4.3.2	<i>Aplicação móvel (Event Logger)</i> .....	31
4.3.3	<i>Aplicação de escritório</i> .....	33
4.4	DIAGRAMAS DE SEQUÊNCIA.....	34
4.4.1	<i>E-Site (plataforma central)</i> .....	35
4.4.2	<i>Event Logger (aplicação móvel)</i> .....	37
4.4.3	<i>Project Manager (aplicação de escritório)</i> .....	38
4.5	EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DESENVOLVIDO.....	40
4.5.1	<i>Criação de projecto</i> .....	40
4.5.2	<i>Criação de recursos e associação dos mesmos a tarefas</i> .....	47
4.5.3	<i>Registo de ocorrência imprevista através da aplicação móvel(Evento)</i> .....	52
4.5.4	<i>Resolução de problema</i> .....	53
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>57</b>
5.1	SÍNTESE DO TRABALHO .....	57
5.2	TRABALHOS FUTUROS E DIFICULDADES.....	58
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>

# Lista de figuras

Figura 1.1 – Modelo BIM e modelo tradicional .....	2
Figura 1.2 – Visão Geral do Projecto .....	3
Figura 2.1 – Calendário de tarefas Microsoft Project .....	15
Figura 3.1 – Modelo conceptual.....	19
Figura 3.2 – Modelo conceptual com divisão em camadas .....	20
Figura 3.3 – Diagrama de caso <i>UML</i> do módulo de suporte .....	22
Figura 3.4 – Diagrama de caso de uso <i>UML</i> do módulo de registo de eventos .....	23
Figura 3.5 – Diagrama de caso de uso <i>UML</i> do módulo de gestão .....	24
Figura 4.1 – Arquitectura do sistema .....	26
Figura 4.2 – Vista estrutural .....	28
Figura 4.3 – Camada de <i>Interface</i> da plataforma <i>E-Site</i> .....	28
Figura 4.4 – Camada <i>Control</i> da plataforma <i>E-Site</i> .....	29
Figura 4.5 – Camada <i>Entity</i> da plataforma <i>E-Site</i> .....	29
Figura 4.6 – Diagrama DER .....	30
Figura 4.7 – Camada <i>Interface</i> da aplicação móvel.....	31
Figura 4.8 – Camada <i>Control</i> do Event Logger .....	32
Figura 4.9 – Camada <i>Entity</i> do Event Logger.....	32
Figura 4.10 – Camada de <i>Interface</i> do Project Manager.....	33
Figura 4.11 – Camada de Controlo do Project Manager .....	33
Figura 4.12 – Camada <i>Entity</i> do Project Manager.....	34
Figura 4.13 – Diagrama de sequência da consulta de Eventos .....	35
Figura 4.14 – Diagrama de sequência da alteração de tarefa na base de dados.....	36

Figura 4.15 — Diagrama de sequência do registo de eventos .....	37
Figura 4.16 — Diagrama de sequência da verificação da ocorrência de eventos .....	38
Figura 4.17 — Diagrama de sequência da criação de projecto .....	39
Figura 4.18 — <i>Interface</i> da aplicação de escritório sem projectos.....	40
Figura 4.19 — Inserção de dados primários do projecto.....	41
Figura 4.20 — Office Manager após inserção de um projecto .....	42
Figura 4.21 — Janela de criação de novas Tarefas .....	43
Figura 4.22 — Janela principal com uma tarefa inserida no projecto exemplo .....	44
Figura 4.23 — Janela para a criação de novas tarefas dependentes.....	45
Figura 4.24 — Aspecto da janela após a inserção de uma nova tarefa dependente .....	46
Figura 4.25 — Janela Principal do Office Manager - Gestão de Recursos .....	47
Figura 4.26 — Inserção de novo recurso .....	48
Figura 4.27 — Lista de recursos .....	49
Figura 4.28 — Associação de recurso a tarefa.....	50
Figura 4.29 — Escolha de recurso para associação a tarefa.....	50
Figura 4.30 — Detalhes de tarefa e de um recurso associado à mesma.....	51
Figura 4.31 — Event Logger .....	52
Figura 4.32 — Preenchimento das informações do evento .....	53
Figura 4.33 — Alerta de novo evento .....	54
Figura 4.34 — Lista de eventos.....	54
Figura 4.35 — Alteração de tarefa.....	55
Figura 4.36 — Evento marcado como resolvido .....	56

# Lista de tabelas

Tabela 1.1 – Estrutura do Relatório .....	6
Tabela 3.1 –Definições dos termos básicos .....	18
Tabela 3.2 – Lista de possíveis Eventos .....	18
Tabela 4.1 — Descrição das tecnologias adoptadas.....	26

# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento do Problema

A adopção de tecnologias de informação e comunicação (ICT) por parte da indústria em geral trouxe grandes mudanças à forma como o negócio é gerido. No entanto, segundo o relatório de 2009/2010 do E-Business Watch [12] na indústria de construção em particular estas tecnologias estão a demorar um pouco mais a ser aceites, sendo apenas 25% das empresas classificadas como inovadoras nesta área, contrastando, por exemplo, com os sectores de fornecimento de energia ou de telecomunicações em que 76% e 55% das empresas, respectivamente, recebem esta classificação.

A falta de entendimento e complexidade excessiva são duas das razões que alguns dos profissionais deste ramo invocam para não adoptar as novas tecnologias. Outro obstáculo à adopção das tecnologias é o facto de que as equipas de construção, em geral, não estão suficientemente preparadas para operar estas tecnologias [26]. Além disso o sector de construção é por natureza altamente fragmentado, heterogéneo e disperso geograficamente com várias diferenças de região para região [19].

Milana e Zeli [21] identificaram a indústria de construção como uma das indústrias em que existe uma correlação entre as ICT e a eficiência técnica e de produção. Logo, apesar dos obstáculos as ICT estão cada vez mais presentes nesta indústria devido aos benefícios que delas se podem obter a nível económico. Por exemplo estima-se que 25% a 30% do custo de construção seja causado pela separação de processos e falhas de comunicação [25]. Assim sendo a boa comunicação é essencial e pode ser obtida por ferramentas como a que permite criar modelos BIM<sup>1</sup>. Bazjanac, Vladimir [6] define um modelo BIM como uma instância de um modelo de dados edifícios preenchido com dados multidisciplinares específicos de um edifício em particular que descreve univocamente.

---

<sup>1</sup> Building Information Model

Neste modelo toda a informação relativa à construção do edifício é centralizada [5], contrastando com o método tradicional em que todos os intervenientes comunicam com todos os outros individualmente, como se pretende evidenciar na Figura 1.1.

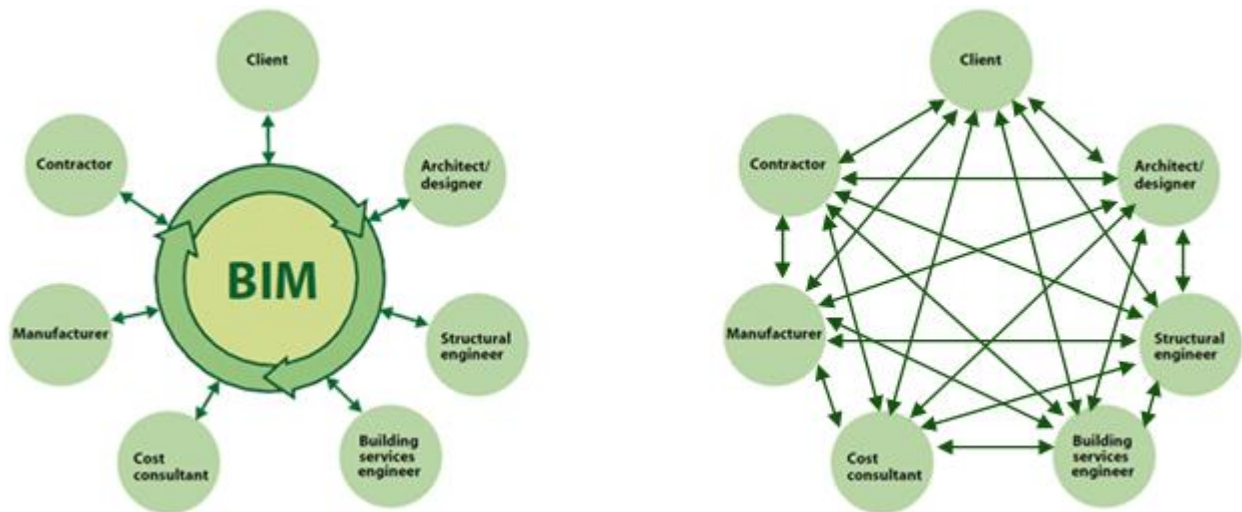


Figura 1.1 – Modelo BIM e modelo tradicional

A gestão de riscos e a resposta aos imprevistos em particular é hoje em dia um elemento fundamental em várias indústrias, incluindo a indústria de Construção, pois os problemas imprevistos podem causar atrasos e logo aumento dos custos, havendo portanto a necessidade de os resolver em tempo útil, determinando o caminho a seguir e as consequências para os actores envolvidos. Um *software* capaz de fornecer uma descrição detalhada dos eventos ocorridos e decisões tomadas pode ajudar a fazer face aos imprevistos, permitindo tanto a gestão dos mesmos em tempo real como a condução de todo o processo de construção.

É neste contexto que se insere o trabalho em estudo, o qual visa o desenvolvimento de uma infraestrutura computacional para suportar a gestão de riscos e eventos e para o planeamento de projectos de construção.

## 1.2 Visão

Inserido no contexto de um local de construção, o objectivo aqui proposto é a criação de uma infraestrutura computacional que permita o acesso rápido ao planeamento do projecto de construção e das tarefas respectivas assim como aos eventos ocorridos, tornando a informação acessível a todos os interessados. A situação descrita é ilustrada pela Figura 1.2. Será possível aos trabalhadores no local actualizar o estado de cada tarefa ou reportar um qualquer evento imprevisto, ao mesmo tempo que o gestor do projecto e o empreiteiro acedem às informações e decidem as medidas a serem tomadas.

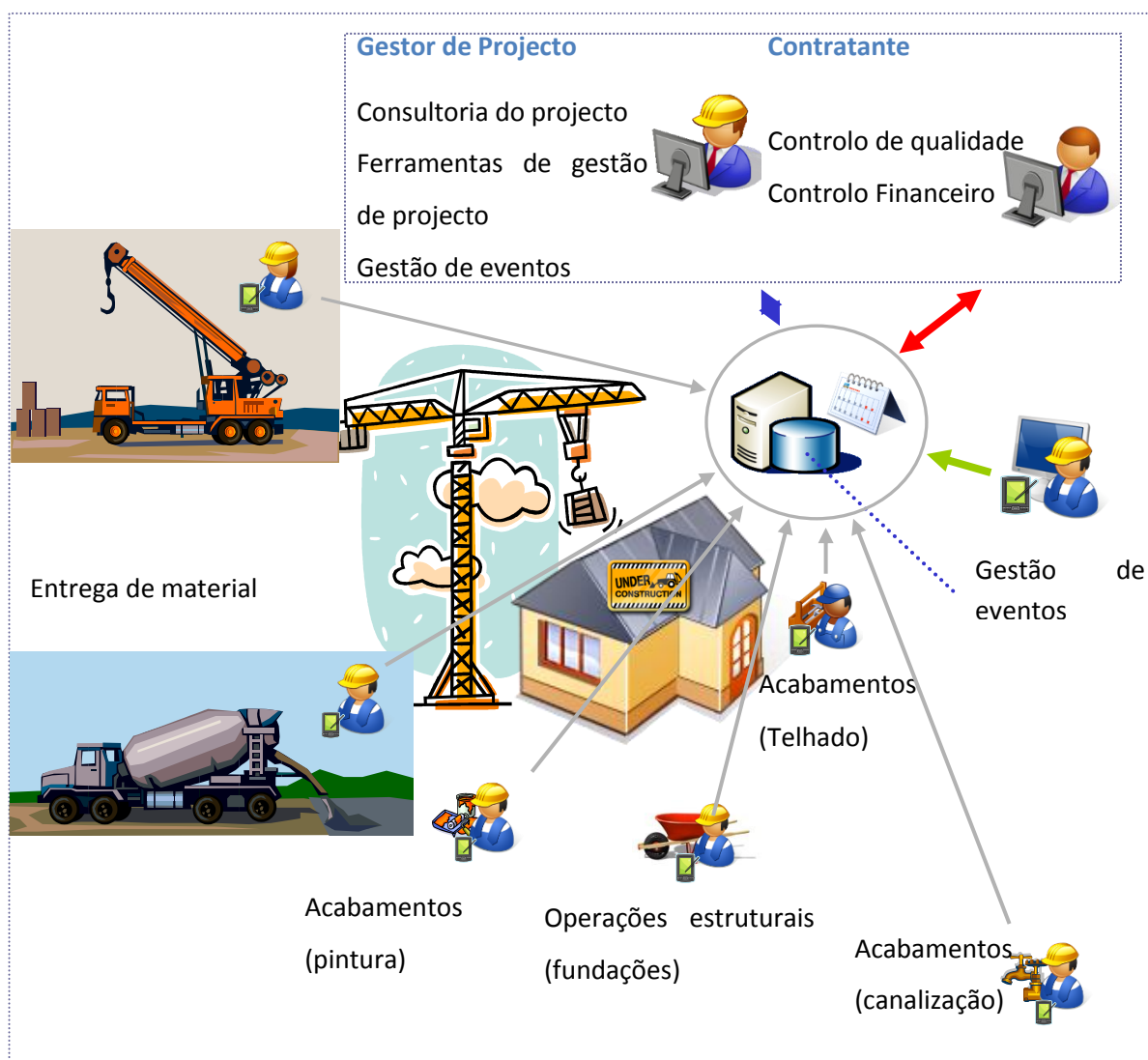


Figura 1.2 — Visão Geral do Projecto

### 1.3 Objectivos

O objectivo principal deste trabalho é a criação de uma infra-estrutura computacional destinada a melhorar a comunicação em projectos de construção entre os intervenientes no local (encarregados) e os responsáveis que trabalham à distância (empreiteiros e gerentes de projecto). Pretende-se proporcionar uma melhor visibilidade e controlo sobre o progresso dos trabalhos assim como acelerar a capacidade de tomada de decisões face a imprevistos e, por consequência, potencializar o aumento da produtividade e qualidade nos projectos de construção. Outros objectivos são a documentação e capitalização da experiência adquirida em cada projecto.

Esta solução divide-se em três partes, nomeadamente: uma aplicação destinada a plataformas móveis (PDA) destinada aos intervenientes no local, uma aplicação central de gestão de recursos destinada ao gerente de projecto e uma plataforma central com uma base de dados contendo toda a informação referente a projectos, tarefas e recursos utilizados, acedida pelas aplicações clientes através de *WebServices*.

#### 1.3.1 Aplicação móvel (PDA)

Com esta aplicação pretende-se tornar possível o registo de situações imprevistas em tempo real a partir do local de construção, assim como permitir ao utilizador a visualização das tarefas e recursos envolvidos no projecto. Neste documento, as situações imprevistas são denominadas **eventos**.

#### 1.3.2 Aplicação *Project Manager* (Escritório)

Esta aplicação tem como objectivo permitir o acesso à informação referente a projectos, tarefas e recursos utilizados a partir do escritório. Pretende-se possibilitar a visualização dos eventos ocorridos e facilitar a resolução dos problemas que estes possam causar. A aplicação deve também possibilitar a criação de novos projectos assim como a adição de tarefas e recursos aos mesmos. Por fim deve



também possibilitar acesso aos dados de projectos já concluídos, já que pode ser importante utilizar a experiência obtida em projectos futuros.

### 1.3.3 Plataforma central e *WebServices* (E-site)

Esta plataforma tem como objectivo guardar a informação referente a todos os projectos existentes assim como a informação sobre todos os recursos disponíveis e eventos ocorridos. Outro objectivo é oferecer às aplicações clientes o acesso a essa informação através de *WebServices*, quer seja para a consultar apenas ou para a alterar.

## 1.4 Contexto de Desenvolvimento

Este trabalho insere-se no âmbito dos projectos relacionados com construção desenvolvidos no Centre Scientifique e Technique du Bâtiment (CSTB). Este centro é, na realidade uma associação comercial e industrial administrada pelo Ministério Francês da Habitação. Trata-se de um centro líder a nível Europeu nas suas áreas de investigação, que incluem o desenvolvimento sustentado, riscos, certificação de produtos, qualidade, realidade aumentada e maquetes numéricas, segurança e ainda o uso de novas tecnologias de informação e comunicação na indústria de Construção. O seu quadro de profissionais inclui especialistas em materiais e técnicas de construção, segurança, infra-estruturas, engenharia térmica, acústica, aerodinâmica, iluminação, ambiente, saúde, tecnologias de informação e comunicação, e ainda especialistas em sociologia e economia. A versatilidade deste quadro de profissionais permite lidar com os problemas de construção mais complexos que possam ocorrer, a partir de um ponto de vista multidisciplinar. Como exemplo de projectos desenvolvidos pode tomar-se a plataforma de ambiente virtual enriquecido criada para fazer a avaliação de projectos e edifícios. Esta plataforma permite criar modelos digitais que são usados durante a fase de *design*, apresentação e construção.

## 1.5 Estrutura da Dissertação

Uma breve descrição da estrutura da dissertação é apresentada na Tabela 1.1.

	Descrição
Capítulo 1 – Introdução	Breve introdução ao trabalho realizado
Capítulo 2 – Estado da Arte	Discussão do estado da arte das principais áreas envolvidas neste trabalho.
Capítulo 3 – Modelo e Solução Propostos	Descrição do modelo utilizado para a resolução do problema, assim como as opções tomadas.
Capítulo 4 – Implementação Prática	Implementação do trabalho e descrição de opções específicas tomadas nesta fase. Caso de demonstração.
Capítulo 5 – Conclusões e Críticas	Apresentação das conclusões e recomendações para futuras melhorias.
Capítulo 6 – Bibliografia	Referências bibliográficas

Tabela 1.1 – Estrutura do Relatório

## 2 Estado da Arte

### 2.1 Gestão de riscos

#### 2.1.1 Definição

Head [16] define gestão de risco como o processo de planejar, organizar, dirigir e controlar recursos para atingir certo objectivos quando eventos inesperados bons ou maus são possíveis.

Segundo Hubbard[17] a gestão de riscos engloba a identificação, a avaliação e a classificação dos riscos seguidas da aplicação coordenada dos recursos disponíveis de modo a minimizar os riscos, monitorizá-los e controlar a probabilidade e o impacto de eventos. Nem todos os riscos são negativos, podendo representar oportunidades favoráveis; quando é este o caso, o objectivo será maximizar a sua ocorrência. Os riscos podem provir de várias fontes tais como incerteza nos mercados financeiros, falhas de projecto, problemas legais, risco de crédito, acidentes, desastres e causas naturais ou até mesmo ataques deliberados por parte da concorrência.

#### 2.1.2 Objectivos

Segundo Head [16] a gestão de riscos têm três objectivos principais:

- **Proteger recursos contra perdas inesperadas**

A protecção de recursos envolve a redução das perdas inesperadas a que estão sujeitos ou minimização das consequências, podendo envolver as duas.

- **Estar preparado para “agarrar” oportunidades inesperadas**

Isto é muito importante pois a rapidez de resposta é essencial para “agarrar” as oportunidades que geralmente passam num curto espaço de tempo.

- **Limitar as incertezas**

Limitar as incertezas é importante porque torna os indivíduos e empresas mais preparados para qualquer situação que possa surgir, tornando-os mais aptos para um futuro variado reduzindo os eventos que os podem surpreender.

### 2.1.3 Diferentes riscos e métodos de gestão

Existem vários métodos e objectivos de gestão de riscos que variam de acordo com os vários contextos a que se aplicam, tais como gestão de projectos, segurança, processos industriais, saúde pública e gestão financeira. Os métodos incluem a transferência do risco para outras entidades envolvidas no processo, a redução do efeito negativo do risco e aceitação das suas consequências, ou então a tentativa de evitar totalmente o risco.

A forma tradicional de gerir um projecto complexo é dar especial atenção ao projecto em si, estudando os seus detalhes e determinando o que é possível prever sobre o seu desenvolvimento, tendo em conta as suas características únicas. Esta visão a partir do interior causa opiniões parciais e demasiado optimistas, Kahneman and Tversky [18] sugerem que os analistas devem fazer todos os esforços para encontrar projectos semelhantes ao projecto presente, de modo a utilizar toda a informação estatística disponível sobre estes e consequentemente prever as ocorrências possíveis no projecto presente. Isto permite obter um visão do projecto a partir do exterior.

Esta visão, sendo baseada em precedentes históricos, pode falhar em casos extremos, isto é em casos sem precedentes históricos. No entanto a opinião de Flyvbjerg [14] é que na maioria dos projectos, a visão a partir do exterior produz resultados mais precisos e realistas.

#### **2.1.4 Tratamento de eventos**

A gestão de riscos como foi expresso anteriormente engloba a redução das perdas inesperadas (eventos) a que estão sujeitos os recursos, no entanto quando estes eventos ocorrem existe a necessidade de resolvê-los de forma adequada e célere. Wildavsky [28] afirma que em situações em que os riscos são altamente incertos e especulativos a solução que faz mais sentido para lidar com situações imprevistas é a elasticidade, ou seja, estar preparado para tudo pois nunca se sabe que tipo de riscos se vão de facto manifestar. Os gestores devem tomar conta de qualquer evento logo que ocorra de modo a minimizar os danos causados por este e acelerar a retoma da actividade que estava a ser realizada. No contexto da indústria de construção os eventos ocorridos causam muitas vezes atrasos nas tarefas a desenvolver, aumentando deste modo o custo do projecto [9], o que faz com que seja tão importante a sua resolução rápida.

## **2.2 Protocolos de comunicação em dispositivos móveis**

### **2.2.1 Funcionalidades e capacidades dos dispositivos móveis**

Hoje em dia as funções dos dispositivos móveis de comunicação (como os telemóveis) vão muito além da comunicação tradicional por chamada de voz. Dispositivos como os PDAs sofreram grande evolução nos últimos tempos.

Os dispositivos mais modernos permitem enviar e receber e-mails, navegar na internet, jogar, enviar mensagens de texto e mensagens multimédia ou até mesmo ver televisão. Os PDAs modernos permitem ao utilizador executar diversas tarefas, tais como:

- Registar informações de contacto (nomes, moradas, números de telefone, endereços e-mail).
- Tirar notas.
- Fazer listas de tarefas.

- Organizar compromissos (agenda, calendário).
- Fazer cálculos.
- Executar aplicações especializadas (aplicações de cálculo, aplicações de processamento de texto, browsers, aplicações de multimédia, jogos, etc.).
- Sincronizar-se com um computador pessoal (para partilhar informação).
- Aceder a redes sem fios.

Outra funcionalidade em voga no campo dos dispositivos móveis é a integração com o GPS. Muitos dos dispositivos móveis modernos têm a capacidade de agir como aparelhos de GPS, de facto a empresa de pesquisa de mercados ABIresearch [1] calcula que em 2014 nove em cada dez smartphones terão esta funcionalidade, comparando com 1 em cada 3 em 2008. Porém uma vez que esta tecnologia não funciona em espaços fechados existe uma nova tecnologia em crescimento denominada WPS [27], esta tecnologia trata-se de um sistema de localização por Wi-Fi.

Segundo Carroll et al.[10], as principais limitações de dispositivos móveis como os PDAs são o tamanho do ecrã, a instabilidade e dificuldade de entrada de dados (especialmente grandes quantidades). Outra limitação dos dispositivos móveis está relacionada com a quantidade de informação que podem guardar. A limitação de tamanho de ecrã depende essencialmente do modelo e é inalterável para cada modelo, mas a instabilidade, dificuldade de entrada de dados e quantidade de informação que se pode guardar podem ser melhoradas através de um ajuste da memória ou processamento.

## **Memória**

Para armazenar informação os dispositivos móveis utilizam geralmente um cartão de memória uma vez que não possuem disco rígido. Estes cartões são de pequenas dimensões, regraváveis e podem reter

informação sem consumo de energia. De modo a aumentar a capacidade de memória de um dispositivo móvel basta substituir o seu cartão de memória por um de capacidade superior, sendo que esta pode atingir as dezenas de GB.

## **Processamento**

Os dispositivos móveis apesar de mais lentos que os processadores de um computador pessoal têm a óbvia vantagem do tamanho e estão capacitados para executar as tarefas de um PDA. Apesar das limitações as velocidades de processamentos são cada vez maiores, de facto a companhia Qualcomm pretende até 2011 divulgar um processador dual core de 1.5GHz<sup>2</sup>.

### **2.2.2 Protocolo de comunicação Bluetooth**

#### **Especificações**

A tecnologia *Bluetooth* sem fios consiste num sistema de comunicação de curto alcance cujo objectivo é substituir os cabos que ligam aparelhos electrónicos móveis ou fixos. As principais características do sistema são a robustez, o baixo consumo e o baixo custo.

Existem dois sistemas fundamentais de *Bluetooth*: *Basic Rate* (BR) e *Low Energy* (LE). Ambos os sistemas incluem descoberta de serviços, estabelecimento de ligações e mecanismos de ligação [8].

O sistema *Basic Rate* oferece ligações síncronas de 721.2 kbps e de 2.1 Mbps(Enhanced Data Rate) e operação de alta velocidade até 24 Mbps com o 802.11 AMP. Por sua vez, o sistema *Low Energy* foi desenhado para produtos que requerem pouco consumo de energia, menor complexidade e menor custo que o sistema BR.

#### **Ligação**

---

<sup>2</sup> <http://www.engadget.com/2010/08/17/ qualcomm-to-ship-1-5ghz-qsd8672-snapdragon-processor-in-q4/>

Numa ligação *Bluetooth* um dos aparelhos fornece as frequências de sincronização e serve como referência, sendo conhecido como *master*. Todos os outros aparelhos são denominados *slaves*. Um grupo de aparelhos é sincronizado desta forma formando uma piconet. Esta é a forma fundamental de comunicação da tecnologia sem fios *Bluetooth*.

Os aparelhos *Bluetooth* são divididos em 3 classes consoante as características do seu transmissor:

- Classe 3— alcance mínimo 1 metro.
- Classe 2— alcance mínimo de 10 metros, normalmente encontrados em telemóveis.
- Classe 1— alcance mínimo de 100 metros, usado principalmente em ambientes industriais.

#### **Possibilidades de uso**

- Voz para GPS e telefone – É possível obter direcções, procurar números e fazer chamadas através do uso da voz com um microfone e auriculares *Bluetooth*.
- Ligação PDA-PC – Permite sincronizar dispositivos móveis como um PDA com um computador.
- Ligação à internet – É possível tornar um dispositivo móvel com ligação à internet num modem móvel capaz de fornecer ligação à internet a um aparelho ao qual esteja ligado.

#### **2.2.3 Protocolo de Comunicação Near-Field**

##### **Especificações**

A comunicação Near-Field ou NFC é um standard definido pelo NFC Forum, um consórcio global de hardware, *software*, companhias de cartões de crédito, bancos, provedores de internet, e outras instituições, com o intuito de desenvolver esta tecnologia.



A comunicação Near-Field consiste numa tecnologia de rádio de curto alcance que funciona à frequência de 13.56 MHz, como transferências de dados até 424 kilobits por segundo. A comunicação é iniciada quando dois dispositivos compatíveis são aproximados a uma distância de aproximadamente 4 centímetros. Este limite tão curto da distância de transmissão garante por si só comunicações seguras.

Esta tecnologia é baseada na tecnologia RFID sendo compatível com esta. A comunicação Near-Field é ainda compatível com outras tecnologias de comunicação como o *Bluetooth* e *Wi-Fi*, funcionando como complemento para estas.

#### **Possibilidades de uso**

- Cartões electrónicos – o aparelho NFC comporta-se como um cartão electrónico.
- Leitura – o aparelho NFC lê uma tag RFID.
- Intercomunicação: dois aparelhos NFC comunicam e trocam informação.
- Bilhetes para transportes públicos— Um aparelho NFC funciona como bilhete de embarque em transportes como por exemplo num avião. [24]
- Ligações Bluetooth e WiFi — o estabelecimento de ligações *Bluetooth* ou *Wi-Fi* entre aparelhos com suporte NFC passa por uma simples aproximação dos aparelhos, simplificando extremamente o processo.

#### **2.2.4 Wireless Local Area Network (WLAN)**

##### **Características**

Uma WLAN é uma rede sem fios que une dois ou mais computadores os dispositivos usando transmissões de frequência rádio [29].

Apesar de poderem ser independentes estas redes estão geralmente associadas a uma rede tradicional (com cabos). Este tipo de redes permite ao utilizador o acesso e partilha de dados, o acesso a aplicações, à internet e a todos os recursos que estão disponíveis nas redes com cabos.

As redes sem fios são ainda significativamente mais lentas que as redes com fios, atingindo uma velocidade de transferência de dados entre 11 e 54 Megabits por segundo (Mbps), enquanto uma rede com fios tipicamente atinge entre 100Mbps e 1000Mbps.

### **Possibilidades de uso**

Tipicamente estas redes são usadas em dispositivos móveis como computadores portáteis, notebooks, PDAs e Tablet PCs. Isto permite ao utilizador usufruir de grande mobilidade e portabilidade sem se perder a ligação à rede. Outros aparelhos como telefones móveis, consolas de jogos portáteis, câmaras digitais, etc..

A WLAN mais popular é a rede sem fios que usa tecnologias Ethernet baseadas no standard 802.11, esta rede é comumente designada *Wi-Fi (Wireless Fidelity)*.

## **2.3 Software de gestão de projectos**

### **2.3.1 Funcionalidades**

A gestão de projectos consiste na aplicação de capacidades e ferramentas para o planeamento, organização, protecção e gestão de recursos de modo a concluir com sucesso certos objectivos[11]. Como tal são também estas funções dos softwares de gestão de projectos.

O planeamento e organização incluem a calendarização de tarefas, atribuição de recursos a determinadas tarefas, e lidar com a incerteza da duração de uma tarefa. Os softwares devem fornecer a

informação sobre o planeamento das tarefas e alocação de recursos aos responsáveis e também fornecer informação sobre o estado actual das tarefas.

Outras funcionalidades desejáveis num *software* de gestão de projectos são a atencipação de riscos, monitorização de custos, informação histórica sobre projectos semelhantes e optimização de recursos e gestão de ocorrências imprevistas.

### 2.3.2 Microsoft Project

Este *software* é o líder de mercado e oferece uma grande riqueza de funcionalidades. Suporta todas as capacidades básicas de planeamento de tarefas, e alocação de recursos, utilizando o método de trajecto crítico [22] que consiste em criar uma lista de todas as tarefas necessárias para completar o projecto, a duração destas tarefas e a dependência entre elas. O calendário de tarefas, e as respectivas dependências, é mostrado ao utilizador na forma de uma gráfico de barras que ilustra as datas de início e fim de cada tarefa como se pode ver na Figura 2.1. Outras funcionalidades incluem a criação de um orçamento a partir da informação sobre o tempo estimado e os recursos usados em cada tarefa.

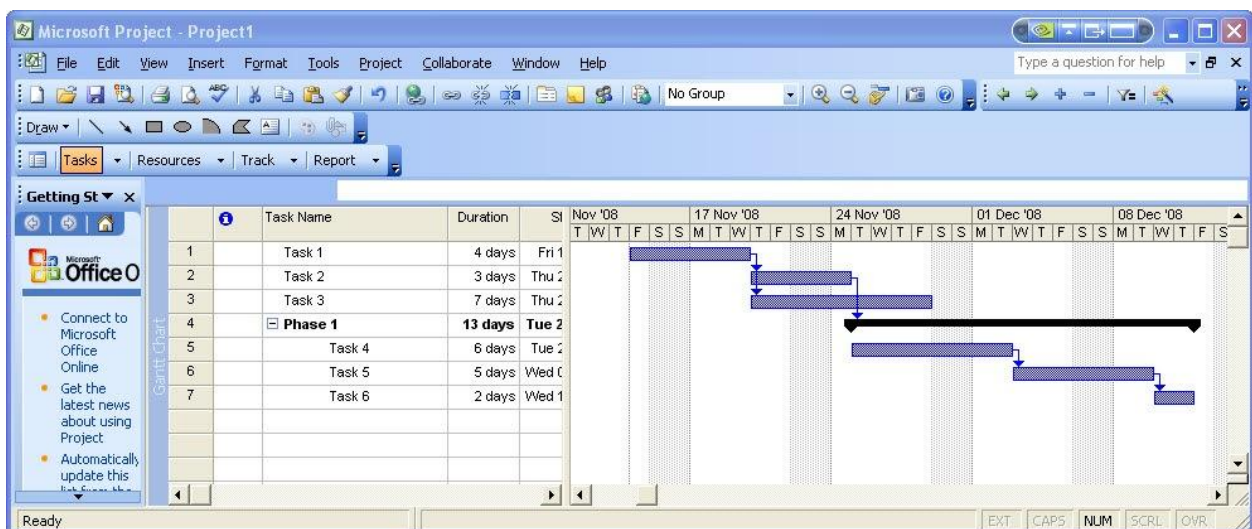


Figura 2.1 - Planeamento de tarefas no Microsoft Project

## 2.4 Síntese

Ao longo deste capítulo foram abordados diversos conceitos importantes relacionados com a gestão de riscos, dispositivos móveis e protocolos de comunicação. Foram apresentados argumentos que mostram que a gestão de riscos pode ser benéfica para esta indústria, permitindo em muitos casos uma diminuição dos custos e do tempo de conclusão de projectos, sendo para isto importante a rápida resolução de situações imprevistas. A análise dos dispositivos móveis e dos protocolos de comunicação levou à escolha de um dispositivo móvel equipado com a tecnologia Wi-Fi para o uso no local de construção, com o intuito de registar os imprevistos ocorridos numa base de dados remota. A tecnologia NFC também será interessante para um possível registo de *stocks* ou identificação de trabalhadores. Foi também analisado o *software* Microsoft Project uma vez que realiza muitas das funções que se pretendem desenvolver para a aplicação de escritório, no entanto este não permite receber informação sobre eventos ocorridos no local de construção e modo apresentar ao gestor de projecto uma rápida visão da situação a resolver.

### 3 Modelo Conceptual e Solução Proposta

Este capítulo explica o modelo conceptual que suporta esta dissertação. Apresenta as definições dos termos básicos adoptados neste projecto, os conceitos fundamentais, a arquitectura e o *design* estrutural propostos.

#### 3.1 Termos Básicos

Para tornar mais fácil e clara a leitura deste documento é aqui apresentada a definição dos termos básicos usados doravante (Tabela 3.1).

Termo	Definição
<b>Projecto</b>	Conjunto de tarefas organizadas de forma hierárquica que decorrem ao longo de um determinado período de tempo.
<b>Tarefa</b>	Actividade a levar a cabo num período de tempo pré-definido. A cada tarefa estão associados recursos entre os quais actores, que serão os responsáveis pela execução da tarefa. A organização hierárquica das tarefa significa que cada tarefa pode ser independente ou dependente, ou seja, a sua execução só pode começar após o fim da tarefa de que depende.
<b>Recursos</b>	Os recursos são todos os objectos e actores que podem ser necessários numa tarefa. Dividem-se em 4 categorias:  <b>Actor</b> — Alguém que tem um papel específico a desempenhar numa tarefa;  <b>Material</b> — Objectos consumíveis gastos numa tarefa;  <b>Equipamento</b> — Objectos necessários para executar a tarefa. Podem ser usados em várias tarefas e  <b>Documento</b> — Documento necessário para executar uma tarefa (planta,

	alvará);
<b>Evento</b>	Registo de um imprevisto ocorrido durante a execução de uma tarefa, que pode prejudicar a execução da mesma em termos de custos e prazos de execução. O evento pode ser referente à tarefa ou a um dos seus recursos. Na Tabela 3.2 estão representados alguns dos possíveis eventos que podem ser registados no local de construção.
<b>Gestor de Projecto</b>	Responsável pela gestão das tarefas e pela tomada de decisões quando quando é registado um evento.

Tabela 3.1 –Definições dos termos básicos

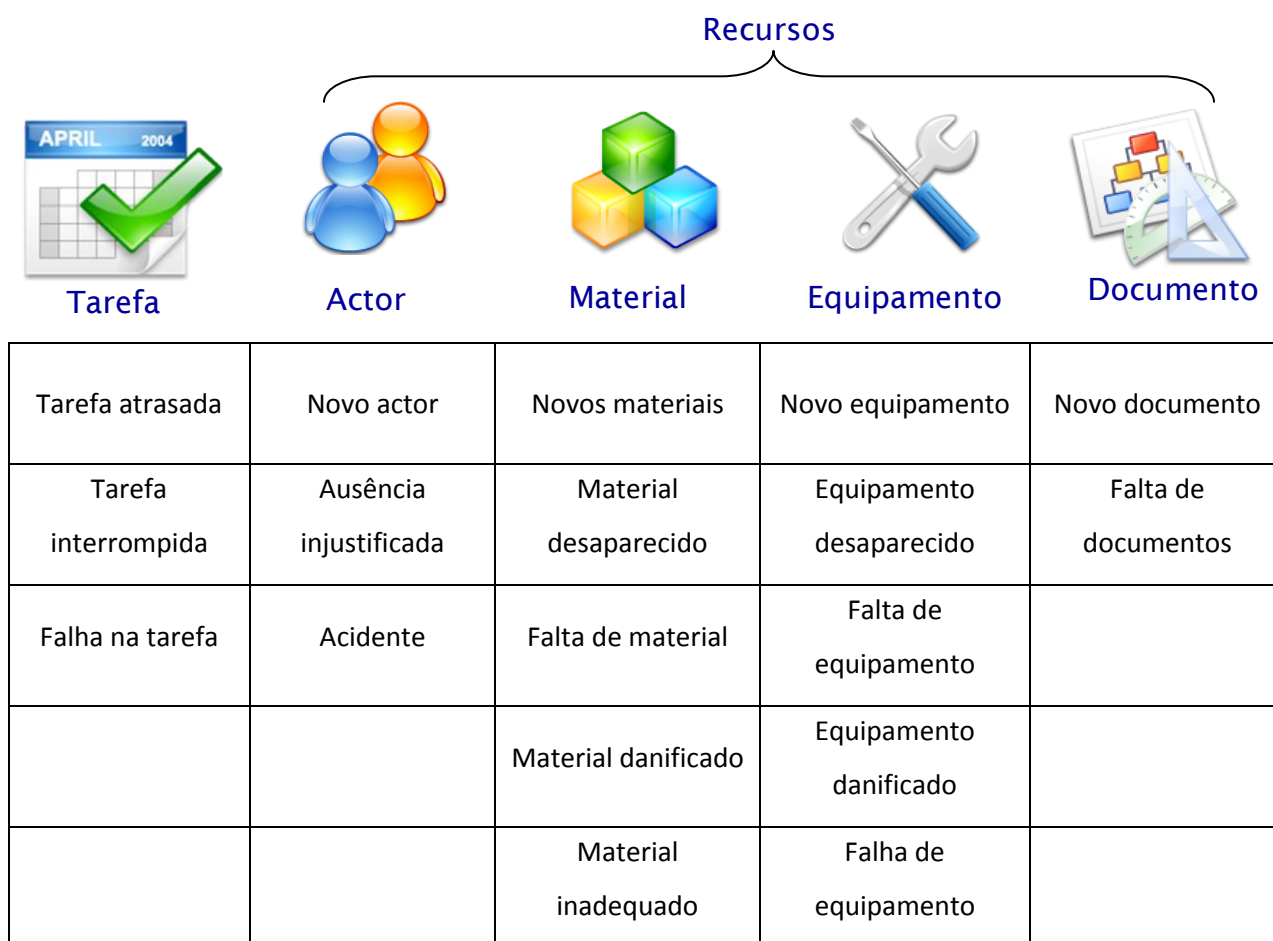


Tabela 3.2 – Lista de possíveis Eventos

## 3.2 Modelo Conceptual

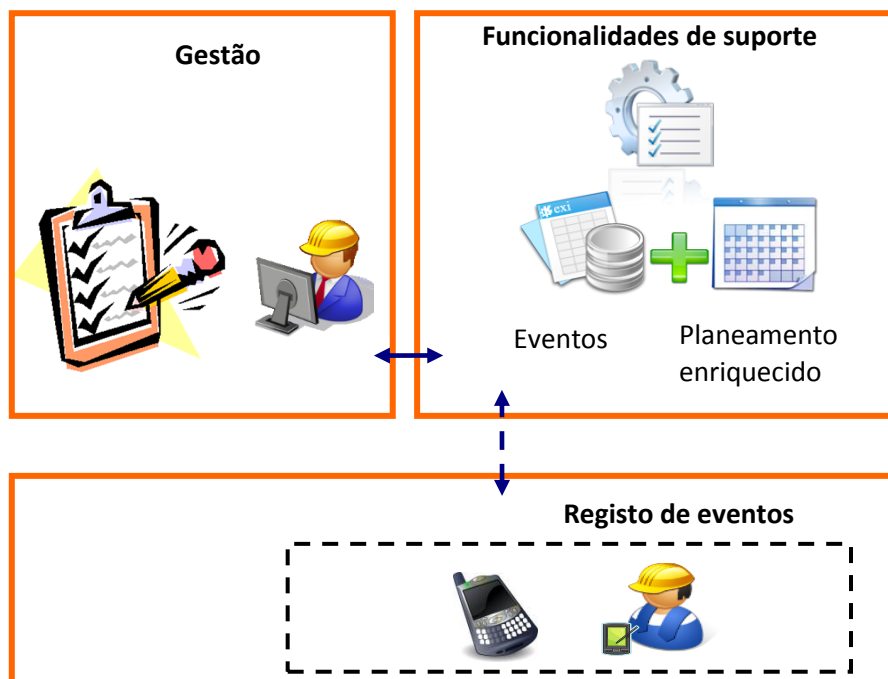


Figura 3.1 — Modelo conceptual

Na Figura 3.1 está representado o modelo conceptual proposto. O modelo propõe a criação de três módulos funcionalmente independentes nomeadamente o módulo de suporte, módulo de gestão e módulo de registo de eventos.

### Módulo de Suporte

Este módulo suporta os outros dois módulos oferecendo funcionalidades que estes necessitam. Estas funcionalidades podem ser a disponibilização da informação existente ou o registo de nova informação.

### Módulo de Gestão

Este módulo permite a gestão de todos os aspectos do projecto o que inclui também as tarefas e os recursos. Será também neste módulo que serão criadas as soluções para os problemas provenientes dos eventos ocorridos. Este será o módulo utilizado pelo gestor de projecto.

## Módulo de Registo de Eventos

O módulo de registo de eventos será responsável pelo registo dos eventos observados no local de construção.

Cada um dos módulos referidos pode ser apresentado através de 3 camadas com funções distintas:

**Interface, Control e Entity.** Esta representação é visível na Figura 3.2.

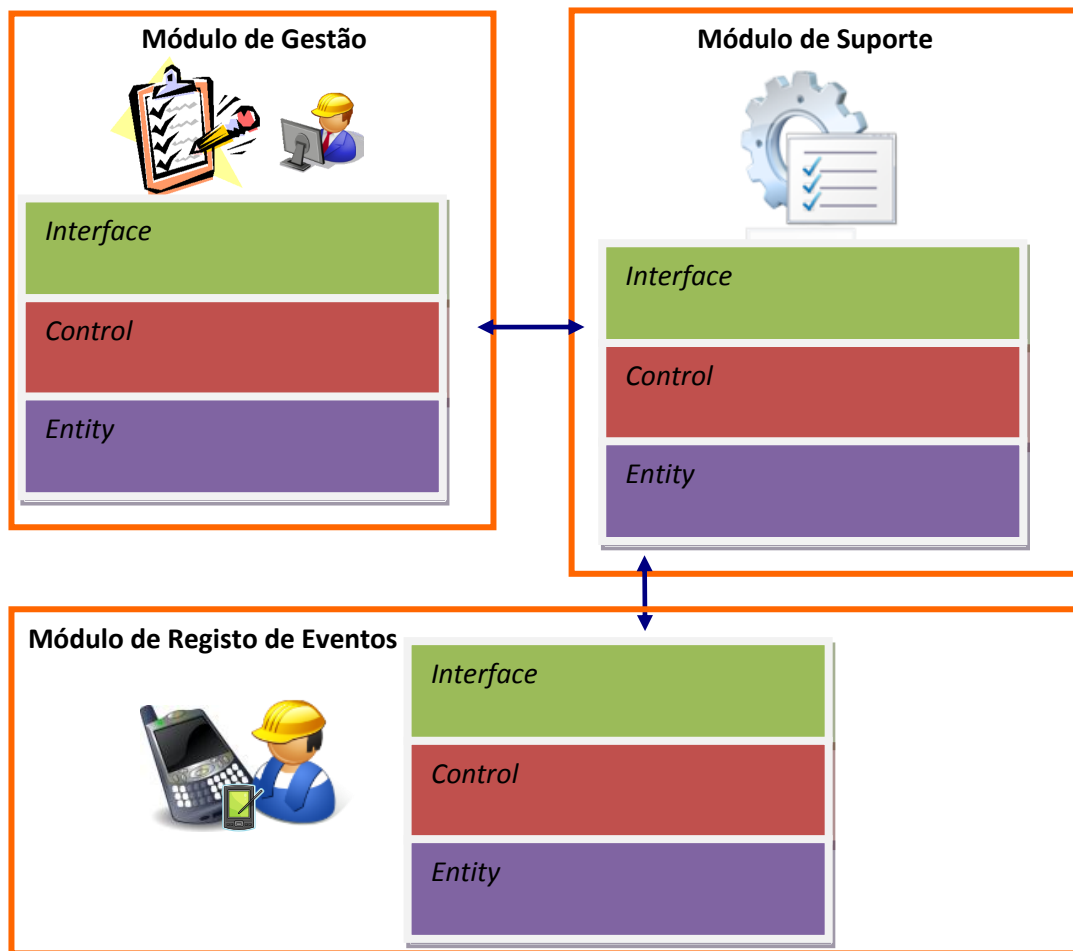


Figura 3.2 — Modelo conceptual com divisão em camadas

### Camada *Interface*

No módulo de Suporte a camada de *interface* permite a interação com os utilizadores (neste caso os utilizadores são os dois módulos restantes), possibilitando-lhes acesso às funcionalidades de suporte.



- No módulo de Gestão a camada de *interface* permite a comunicação com o utilizador, que neste caso é o gestor de projecto, disponibilizando-lhe o acesso às funcionalidades de gestão que lhe serão atribuídas e avisando-o da ocorrência de novos eventos.
- No módulo de Registo de Eventos a camada de *interface* possibilita a interacção com o utilizador no local de construção, apresentando-lhe as funcionalidades que pode usar, como o registo de eventos.

### **Camada *Control***

- No módulo de Suporte a camada de controlo valida os dados provenientes das camadas entidade e *interface*, para além disso, executa as funções necessárias para satisfazer os pedidos que o utilizador faz através da camada de *interface*.
- No módulo de Gestão a camada de controlo valida os dados provenientes das camadas entidade e *interface*, e, executa as funções necessárias para satisfazer os pedidos que o utilizador faz através da camada de *interface*. É ainda responsável por verificar a ocorrência de novos eventos.
- No módulo de Registo de Eventos a camada de controlo valida os dados provenientes das camadas entidade e *interface*, e executa as funcionalidades que o utilizador requer através da camada de *interface*.

### **Camada *Entity***

- No módulo de Suporte esta camada contém toda a informação de todos os projectos, tarefas, recursos e eventos.

- No módulo de Gestão esta camada é responsável pela criação dos novos projectos, tarefas e recursos, é ainda responsável pela actualização dos mesmos assim como pela sua remoção se assim for o caso.
- No módulo de Registo de Eventos é responsável pelo registo dos eventos ocorridos.

### 3.3 Diagramas de Caso *UML*

#### 3.3.1 Módulo de Suporte

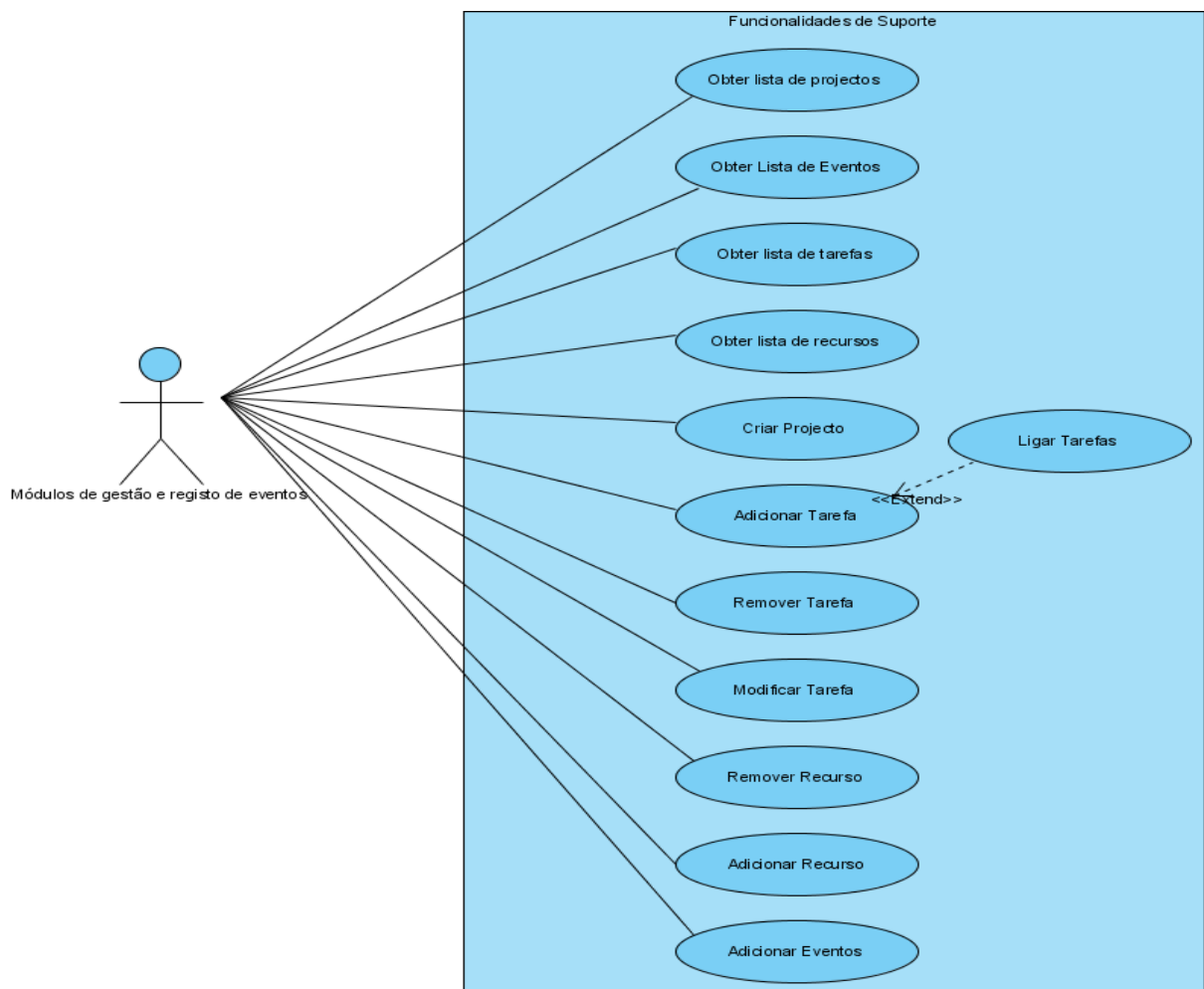


Figura 3.3 — Diagrama de caso *UML* do módulo de suporte

A Figura 3.3 permite visualizar o diagrama de caso de uso *UML* que corresponde ao módulo de funcionalidades de suporte. Neste diagrama estão identificadas as funcionalidades que este módulo,

como módulo de suporte, disponibiliza aos outros módulos,. Estas funcionalidades incluem a adição e remoção de novos projectos, tarefas, recursos e ainda o registo dos eventos ocorridos. A funcionalidade de **adicionar uma tarefa** oferece ao utilizador a possibilidade de criar uma tarefa independente ou dependente, daí a funcionalidade **ligar tarefa**. Outros serviços disponibilizados são a obtenção de toda a informação existente acerca dos projectos (projectos, tarefas, recursos e eventos) e a actualização/modificação da mesma.

### 3.3.2 Módulo de Registo de eventos

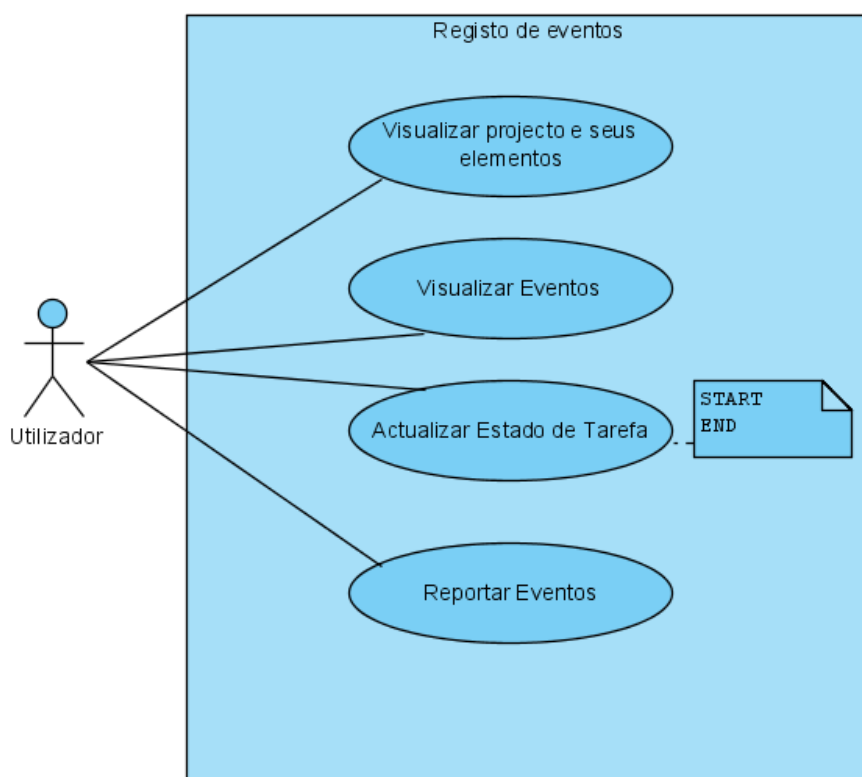


Figura 3.4 — Diagrama de caso de uso UML do módulo de registo de eventos

Na Figura 3.4 está representado o diagrama de caso de uso UML do módulo de registo de eventos. Este módulo oferece ao utilizador no local de construção, a possibilidade de visualizar os detalhes do projecto e os eventos ocorridos. A funcionalidade principal será reportar novos eventos e actualizar o estado das tarefas, no caso de estas estarem atrasadas, paradas ou mesmo quando chegam ao fim.

### 3.3.3 Módulo de Gestão

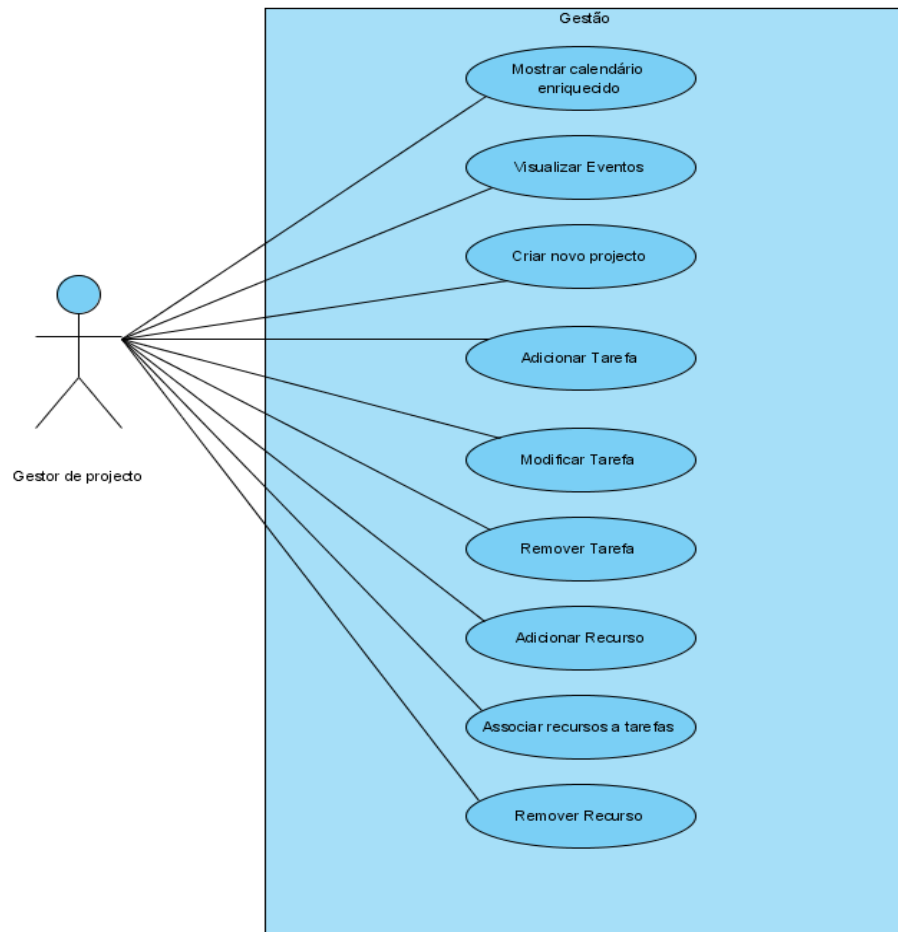


Figura 3.5 — Diagrama de caso de uso *UML* do módulo de gestão

Na Figura 3.5 está representado o diagrama *UML* de caso de uso do módulo de gestão. Este módulo vai possibilitar a gestão de cada projecto e todos os seus elementos, permitindo a criação de novos projectos, tarefas e recursos assim como a sua remoção. Permite ainda ao utilizador a visualização de toda a informação sobre os projectos existentes, assim como das suas tarefas, recursos e ainda sobre os eventos ocorridos. Na ocorrência de um evento o utilizador será alertado e terá a opção de executar acções, no sentido de apresentar uma solução para os problemas resultantes. As soluções podem passar pela atribuição de novos recursos a uma tarefa, o adiamento da tarefa ou a criação de uma nova tarefa, etc..

## 4 Implementação prática

Este capítulo descreve as tecnologias adoptadas no presente trabalho assim como o seu processo de implementação. De modo a compreender as funcionalidades implementadas, serão apresentadas a arquitectura do sistema, a visão estrutural utilizando de novo a metodologia ICE (*Interface*, *Controlo* e *Entidade*), e diagramas de sequência *UML* que ilustram algumas das funcionalidades. É ainda apresentado um caso exemplificativo da utilização do sistema.

### 4.1 As Tecnologias Adoptadas

A Tabela 4.1 mostra as principais tecnologias escolhidas para a implementação do modelo apresentado no capítulo 3 e o porquê dessa escolha.

Tecnologia	Descrição	Porque foi escolhida?
<b>Microsoft Visual Studio 2008</b>	É um IDE ( <i>integrated development environment</i> ) que pode ser usado para desenvolver aplicações de <i>interface</i> gráfica e consolas assim como aplicações com <i>Windows Forms</i> , <i>websites</i> , aplicações <i>web</i> e <i>WebServices</i> em várias linguagens de programação incluindo <i>Visual Basic</i> , <i>C</i> , <i>C++</i> e <i>C#</i> .	Foi escolhida esta tecnologia devido à possibilidade de criar aplicações para plataformas móveis e pela integração fácil com o emulador que permite testar as mesmas. Outro factor importante é a possibilidade de criação de <i>WebServices</i> .
<b>MySQL</b>	É uma RDBMS ( <i>relational database management system</i> ) que funciona como	Permite criar uma base de dados de acesso rápido e de alta fiabilidade.

	um servidor que permite o acesso a múltiplos utilizadores e a múltiplas bases de dados.	Para além disso é utilização fácil e trata-se de uma tecnologia <i>Open-Source</i> , o que permite poupar nos custos.
<b>MySQL Connector/NET</b>	É uma ferramenta integrável com o <i>Visual Studio</i> que permite criar facilmente aplicações que requerem ligações seguras e fiáveis com um base de dados.	Permite “mapear” as classes C# para tabelas da base de dados e vice-versa. Também permite a execução de queries e obtenção de dados.

Tabela 4.1 — Descrição das tecnologias adoptadas

## 4.2 Arquitectura do sistema

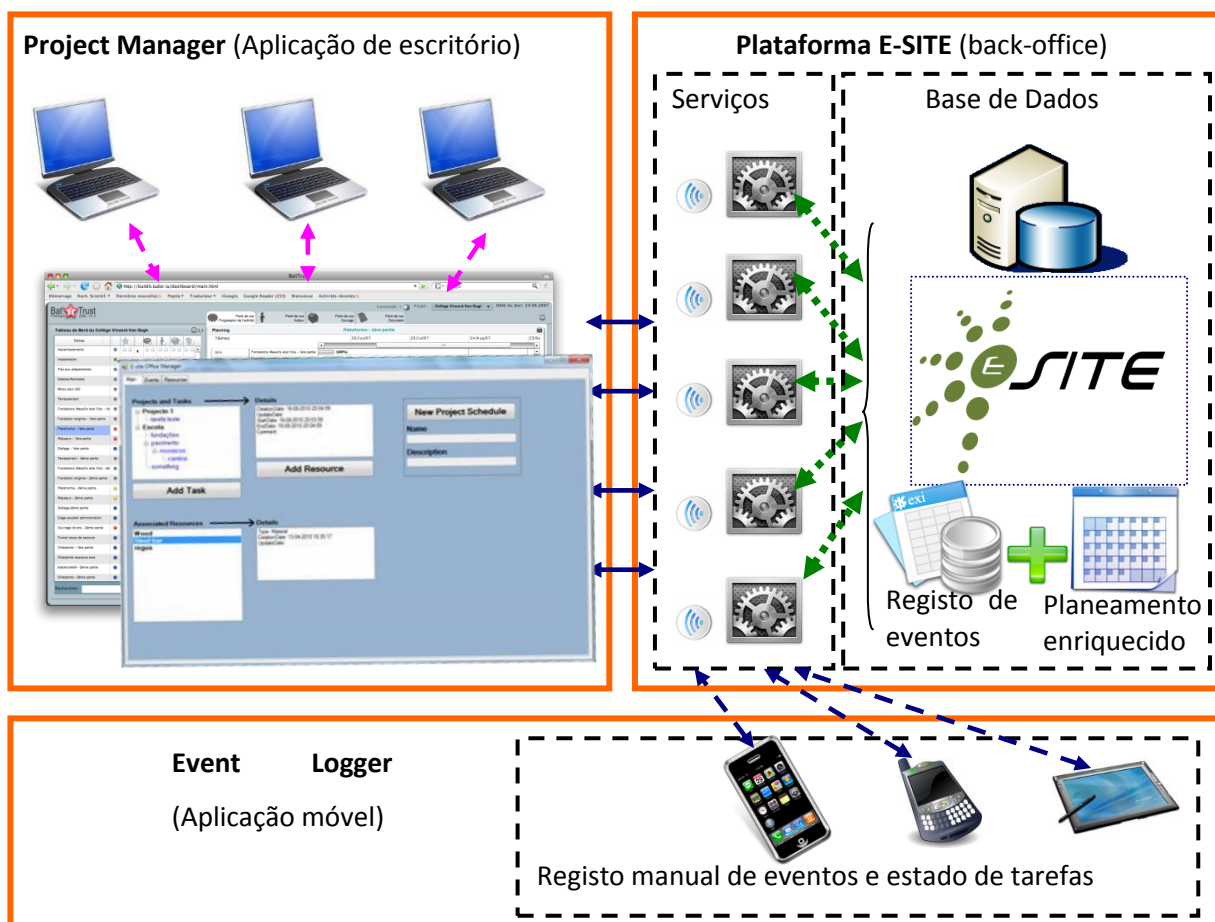


Figura 4.1 — Arquitectura do sistema

De modo a que o modelo proposto e os seus conceitos possam ser explorados por todas as aplicações clientes, o sistema implementado (representado na Figura 4.1) tem uma base de dados central que possibilita às aplicações clientes acesso aos dados que necessitam. Como se pode ver na Figura 4.1 a plataforma E-Site é formada pela base de dados e um conjunto de *WebServices*. Esta plataforma é o coração do sistema (ou *back-office*) e é responsável por guardar toda a informação relativa aos projectos existentes e aos eventos ocorridos. Recorrendo aos *WebServices* fornecidos por esta plataforma, as aplicações clientes podem aceder a toda esta informação, tanto para leitura como para escrita.

As aplicações clientes referidas são nomeadamente a aplicação móvel (Event Logger), designada para o uso no local de construção, e a aplicação (Project Manager) a ser utilizada no escritório pelo gerente do projecto.

A aplicação móvel (Event Logger) visa fornecer ao utilizador no local de construção uma visão geral das tarefas a desempenhar e, ao mesmo tempo, dar-lhe a possibilidade de registar os eventos ocorridos em tempo real. Este registo é feito recorrendo aos *WebServices* anteriormente referidos.

A aplicação de escritório (Project Manager) vai permitir a criação de novos projectos e tarefas, e a associação de recursos a estes. Outra das funções principais é a visualização e tratamento dos eventos ocorridos, tudo isto recorrendo aos serviços da plataforma E-Site. O utilizador desta aplicação é o gestor de projecto.

### 4.3 Vista estrutural

A Figura 4.2 mostra as três camadas (***Interface***, ***Control***, e ***Entity***) da arquitectura ICE representando as classes principais de cada um dos módulos previamente descritos.

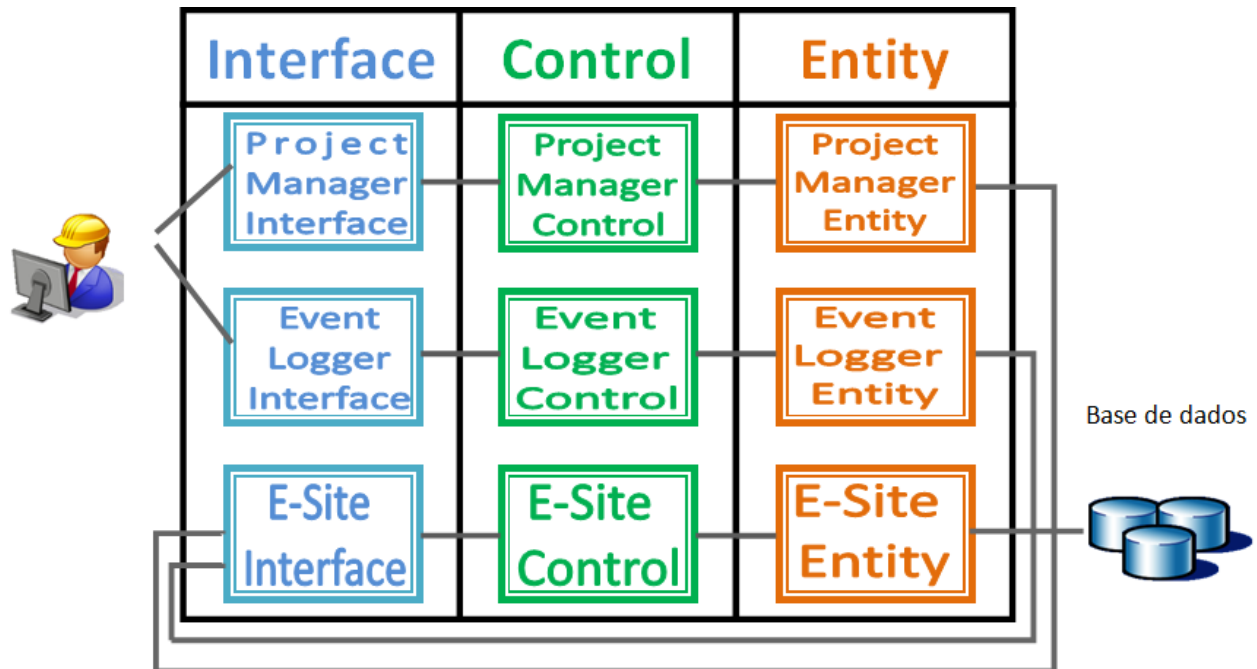


Figura 4.2 — Vista estrutural

É de se referir ainda que a camada de entidade da aplicação E-Site comunica directamente com a base de dados. As camadas de entidade das restantes aplicações comunicam com a camada de *interface* da aplicação E-site e, é através desta que obtém acesso à informação presente na base de dados, tanto para leitura como para escrita.

#### 4.3.1 Aplicação *E-Site* (back-office)

##### *Interface*

E-Site Interface
+Consultar Projectos()
+Consultar Tarefas()
+Consultar Recursos()
+Consultar Eventos()
+Inserir Projectos()
+Inserir Tarefas()
+Inserir Recursos()
+Inserir Eventos()
+Alterar Tarefa()

Figura 4.3 — Camada de *Interface* da plataforma *E-Site*



A *interface* da plataforma *E-Site* disponibiliza um conjunto de *WebServices*, como se pode verificar no diagrama de classe da Figura 4.3, que permitem aos utilizadores (neste caso às aplicações clientes) inserir e obter informação da base de dados. Este serviços incluem a criação de novos projectos, tarefas e recursos. Outros serviços disponibilizados são a actualização/alteração dos dados existentes, e a submissão de novos eventos. Para além disto, existem os serviços que permitem às aplicações clientes consultar a a base de dados para consulta.

### ***Control***

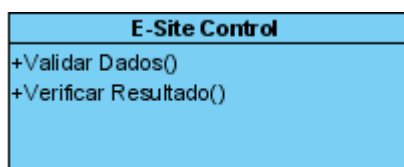


Figura 4.4 — Camada *Control* da plataforma *E-Site*

A camada de controlo da plataforma *E-Site* (Figura 4.4) é responsável pela validação dos dados enviados pelo utilizador. Esta validação é necessária de modo a que haja uma interacção sem problemas com a base de dados *MySQL* e que os dados inseridos nesta estejam correctos. Deve também informar o utilizador do sucesso ou insucesso dos seus pedidos.

### ***Entity***

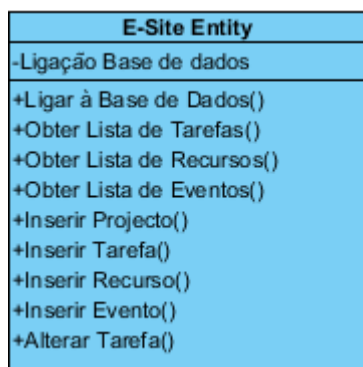


Figura 4.5 — Camada *Entity* da plataforma *E-Site*

A plataforma E-Site conserva uma base de dados onde estarão guardados todos os projectos e todos os elementos necessários ao mesmo, tal como todos os eventos ocorridos, ou seja toda a informação existente. A função da camada de entidade nesta plataforma é a de comunicar com a base de dados inserindo e consultando os dados da mesma; estas funções estão representadas no diagrama de classe UML da Figura 4.5.

Na Figura 4.6 está representado o DER<sup>3</sup> do sistema. Este diagrama representa as tabelas existentes na base de dados e os seus detalhes e ligações. A camada *Entity* do E-Site é responsável pela gestão de todas as tabelas representadas.

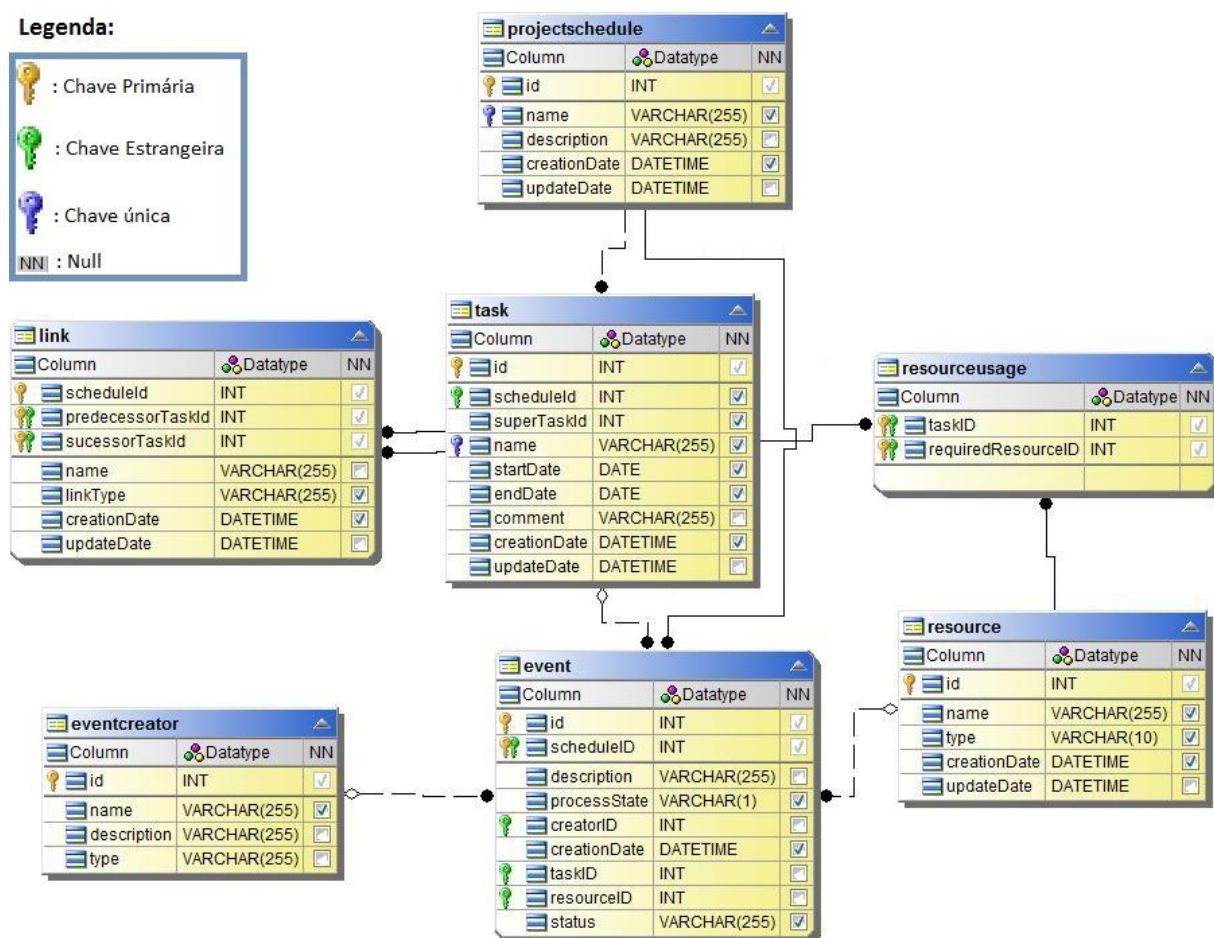


Figura 4.6 — Diagrama DER

<sup>3</sup> DER - Diagrama entidade relação

Cada **projecto** é representado pela tabela **ProjectSchedule**, que por sua vez contém uma ou mais **tarefas** representadas no diagrama pela tabela **Task**. Cada tarefa pode estar associada a outra tarefa sendo para isso criada uma ligação, representada pela tabela **Link**, de modo a registar a dependência entre as tarefas em questão.

Outros dos elementos existentes na base de dados são os **recursos** representados no diagrama pela tabela **Resource**. Cada recurso — que pode ser do tipo **Actor**, **Material**, **Equipment**, **Document** — pode estar ligado a uma tarefa através da tabela **resourceUsage**. Cada tarefa pode estar associada a mais que um recurso e vice-versa.

Outra tabela é aquela usada para representar os **eventos** (tabela **Events**). Cada evento está associado a uma **tarefa** ou a um **recurso** estando também associado ao **projecto** em que estes estão incluídos. Por fim a tabela **EventCreator** corresponde à identificação do criador do **evento**.

#### 4.3.2 Aplicação móvel (Event Logger)

##### *Interface*

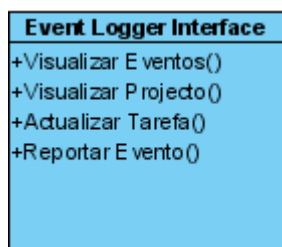


Figura 4.7 — Camada *Interface* da aplicação móvel

A camada de *interface* desta aplicação, cujo diagrama de classe está representado na Figura 4.7, é destinada a um utilizador humano, mais concretamente um interveniente no local de construção,

permitindo a este visualizar os projectos, as tarefas e seu andamento assim como os recursos a elas associados. Outra funcionalidade presente é a submissão dos eventos ocorridos.

### ***Control***

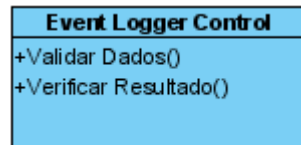


Figura 4.8 — Camada *Control* do Event Logger

O diagrama de classe da camada de controlo desta aplicação representado na Figura 4.8, pretende ilustrar as suas funções de intermediária entre as restantes camadas, já que é responsável por validar a informação inserida pelo utilizador e por validar a informação devolvida pela camada *Entity*, para que esta possa ser exibida ao utilizador.

### ***Entity***



Figura 4.9 — Camada *Entity* do Event Logger

Os métodos nesta classe (diagrama na Figura 4.9) obtêm a informação contida na base de dados através dos *WebServices*, criando uma cópia desta informação. Existe ainda o método para registar um novo evento na base de dados.

### 4.3.3 Aplicação de escritório

#### ***Interface***

Project Manager Interface
+Consultar Projectos() +Consultar Tarefas() +Consultar Recursos() +Consultar Eventos() +Adicionar Projecto() +Adicionar Tarefa() +Adicionar Recurso() +Alertar para novo Evento() +Alterar Tarefa()

Figura 4.10 — Camada de *Interface* do Project Manager

A camada de *interface* desta aplicação permite a consulta dos projectos, tarefas e recursos correspondentes, tal como todos os eventos ocorridos.

Outras das funcionalidades — apresentadas na Figura 4.10 — são a criação de projectos, tarefas e recursos. Adicionalmente, é possível associar os recursos às tarefas em que são intervenientes.

Por fim, a *interface* alerta o utilizador para a ocorrência de imprevistos no local de construção oferecendo-lhe a possibilidade de resolver rapidamente os problemas que daí possam advir.

#### ***Control***

Project Manager Control
+Verificar Eventos() +Organizar tarefas hierarquicamente() +Validar Projectos() +Validar Tarefas() +Validar Recursos()

Figura 4.11 — Camada de Controlo do Project Manager

Pode-se observar na Figura 4.11 as operações que a camada de controlo do *Project Manager* oferece.

Em primeiro lugar, esta camada é responsável pela verificação da ocorrência de eventos. As outras

operações incluem a validação de todos os dados introduzidos pelo utilizador, servindo como intermediário entre as camadas de *interface* e entidade, sendo também responsável por organizar a informação recebida da camada entidade para que seja apresentada ao utilizador através da *interface*.

### ***Entity***

Project Manager Entity
+Obter Lista de Projectos()
+Obter Lista de Tarefas()
+Obter Lista de Recursos()
+Obter Lista de Eventos()
+Registar nova Tarefa()
+Registar novo Projecto()
+Registar novo Recurso()
+Alterar Tarefa()

Figura 4.12 — Camada *Entity* do Project Manager

Os métodos nesta classe obtêm a informação contida na base de dados através dos *WebServices*, criando uma cópia desta informação. Para além disso permitem a inserção de novos projectos, tarefas e recursos na base de dados.

## **4.4 Diagramas de sequência**

Nesta secção são apresentados os diagramas de sequência relativos ao funcionamento das aplicações desenvolvidas. São apresentados os diagramas de sequência de algumas funções consideradas mais importantes ou representativas.

#### 4.4.1 E-Site (plataforma central)

##### Consulta de eventos

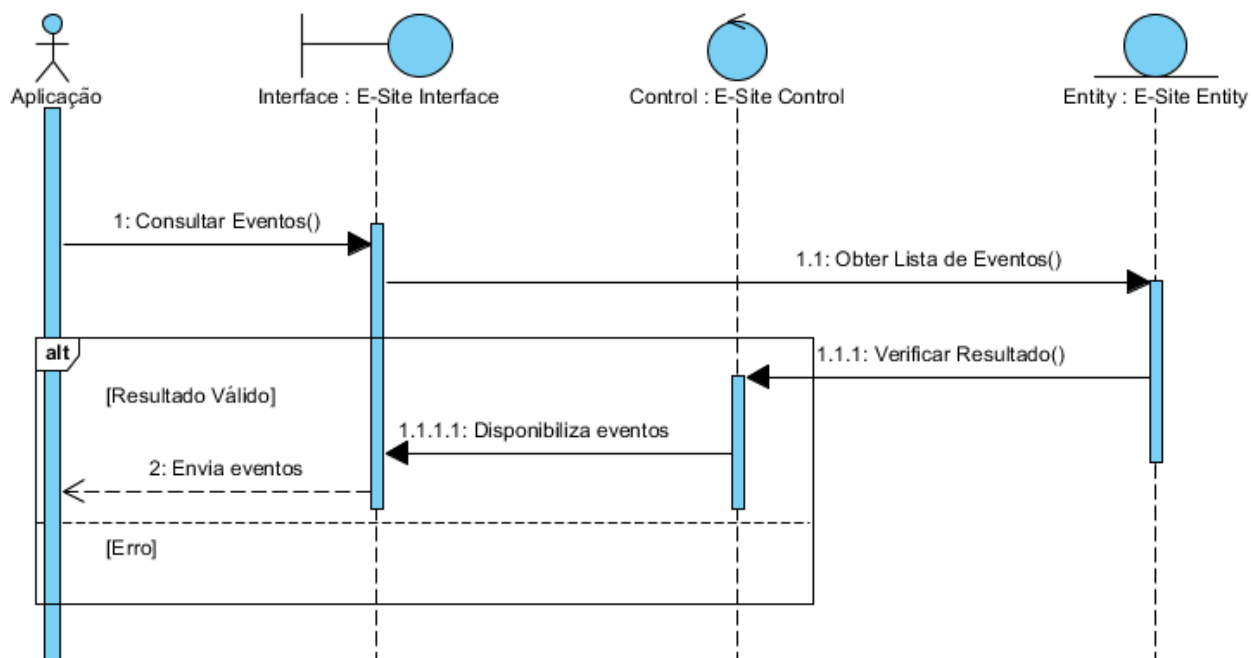


Figura 4.13 — Diagrama de sequência da consulta de Eventos

A consulta de eventos (Figura 4.13) é desencadeada por um pedido proveniente de uma aplicação cliente. O pedido é feito à camada de *interface*, esta vai pedir à camada de entidade a lista de todos os eventos ocorridos que por último vai ser analisada pela camada de controlo, caso os resultados obtidos sejam válidos estes serão enviados para a aplicação cliente.

## Alterar Tarefa

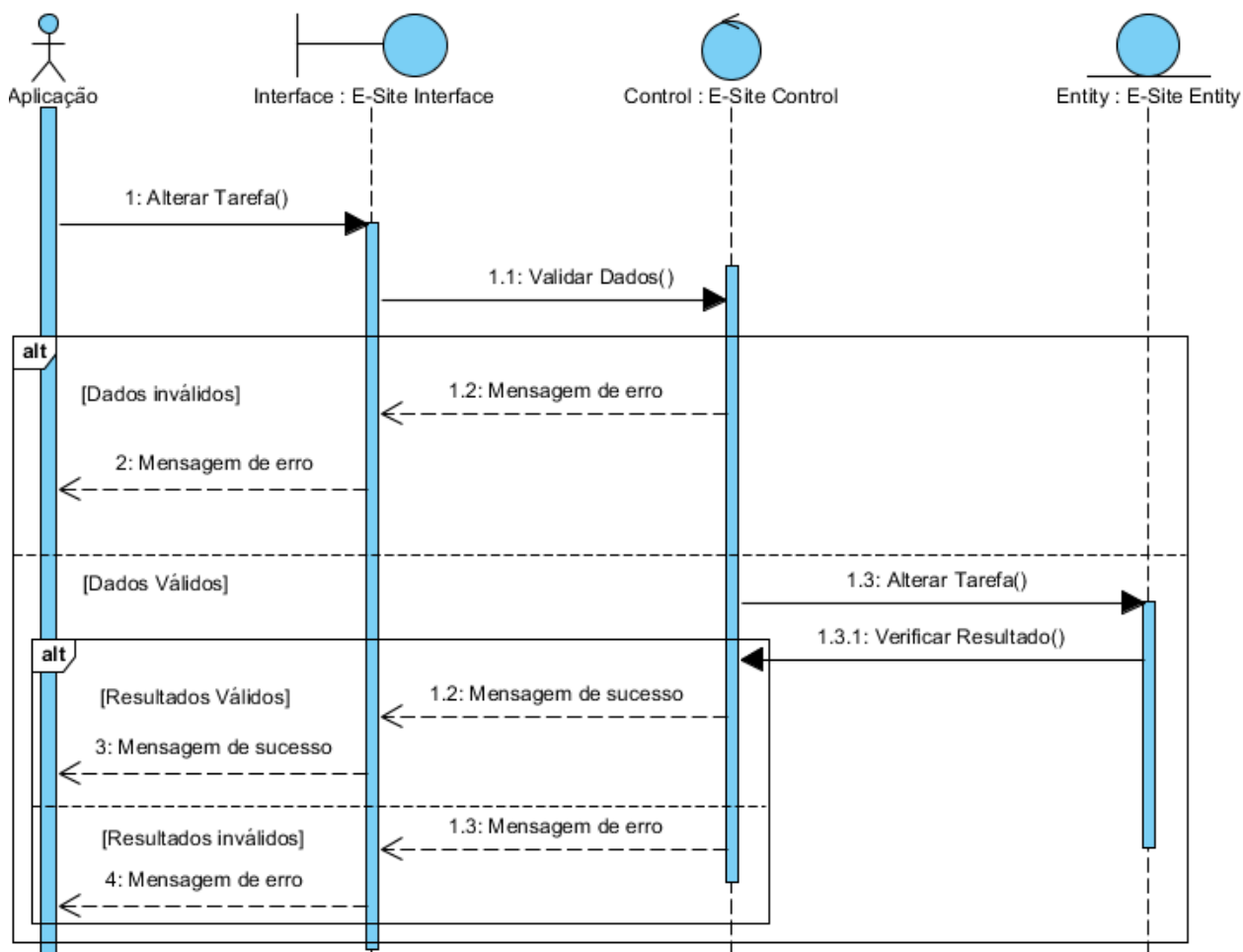


Figura 4.14 — Diagrama de sequência da alteração de tarefa na base de dados

O diagrama de sequência da Figura 4.14, referente à alteração de uma tarefa na base de dados, ilustra a sequência de acções decorridas a partir do pedido de alteração executado por uma aplicação cliente. O pedido é feito à camada de *interface*, esta por sua vez vai enviar os dados recebidos para a camada de controlo de modo a que a sua validade seja aferida, caso sejam válidos são enviados à camada de entidade que os vai inserir na base de dados actualizando os dados da tarefa em questão. A aplicação cliente recebe uma mensagem de erro caso os dados não sejam válidos ou caso não seja possível inserí-los na base de dados, caso contrário recebe uma mensagem de sucesso.



#### 4.4.2 Event Logger (aplicação móvel)

##### Reportar Eventos

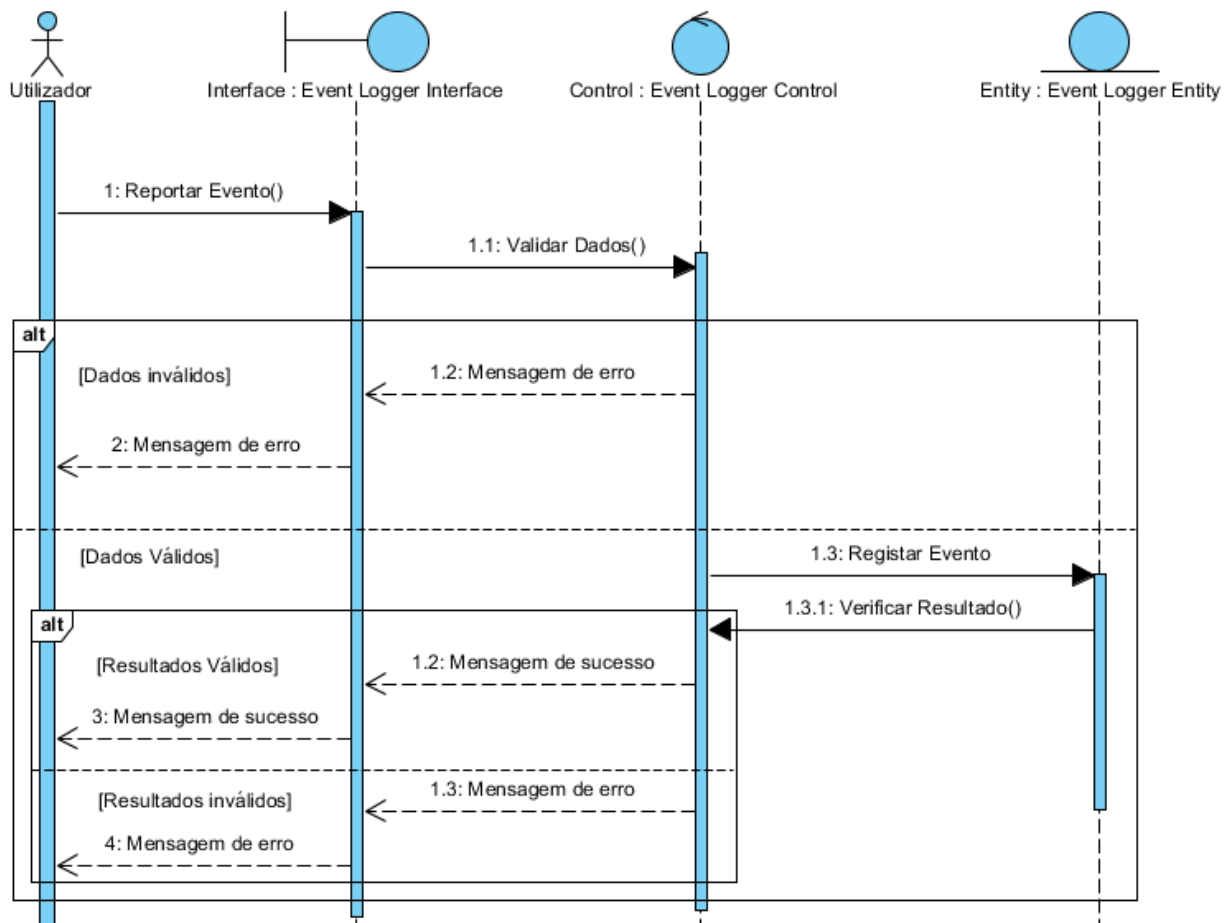


Figura 4.15 — Diagrama de sequência do registo de eventos

O diagrama de sequência da Figura 4.15, referente ao registo de eventos por parte da aplicação móvel, mostra a sequência de acções decorridas a partir do momento em que o utilizador tenta registar o evento. O pedido é feito à camada de *interface*, que por sua vez os envia para a camada de controlo que vai aferir a sua validade, caso sejam válidos são enviados à camada de entidade que vai então registar o evento. Caso os dados não sejam válidos ou caso exista um erro a enviá-los para a base de dados, o utilizador recebe uma mensagem de erro, caso contrário, pode verificar na *interface* o registo do evento.

#### 4.4.3 Project Manager (aplicação de escritório)

##### Verificação da ocorrência de eventos

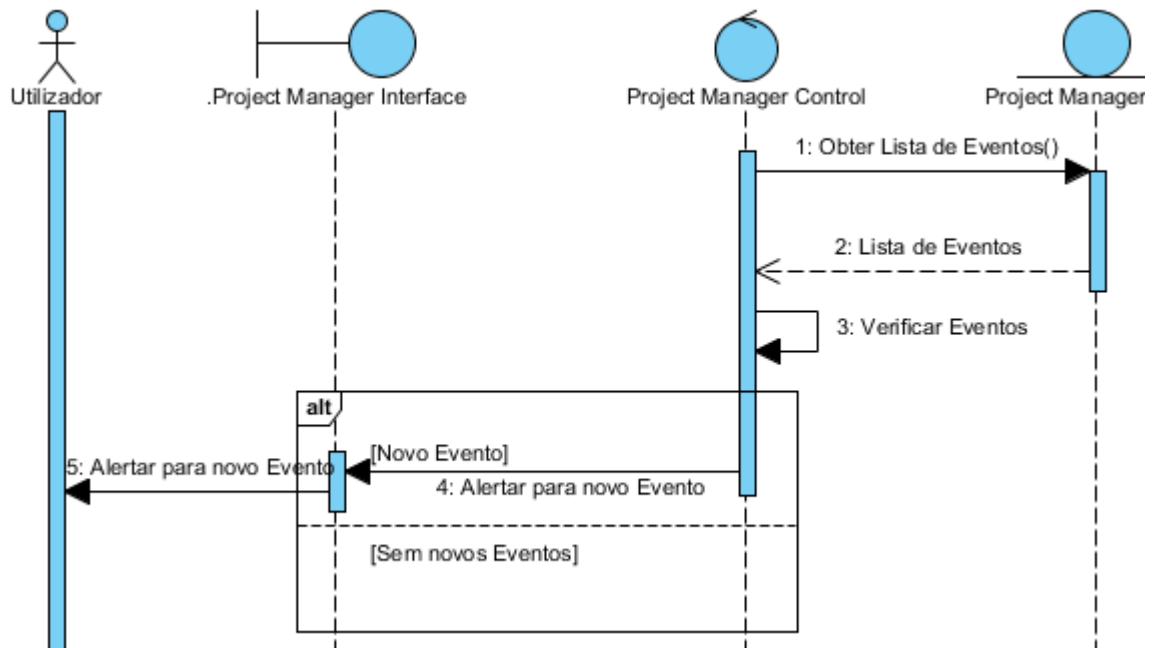


Figura 4.16 — Diagrama de sequência da verificação da ocorrência de eventos

A verificação da ocorrência de eventos, cujo diagrama de sequência está representado na Figura 4.16, é desencadeada por um *Timer* na camada de controlo. A primeira acção da sequência corresponde ao envio de um pedido à camada de entidade para obter a lista de eventos, esta camada vai enviar a lista de todos os eventos ocorridos que por sua vez vai ser analisada pela camada de controlo, caso seja detectado um novo evento é enviado um alerta para a camada de *interface* que irá então informar o utilizador.

## Criação de projecto

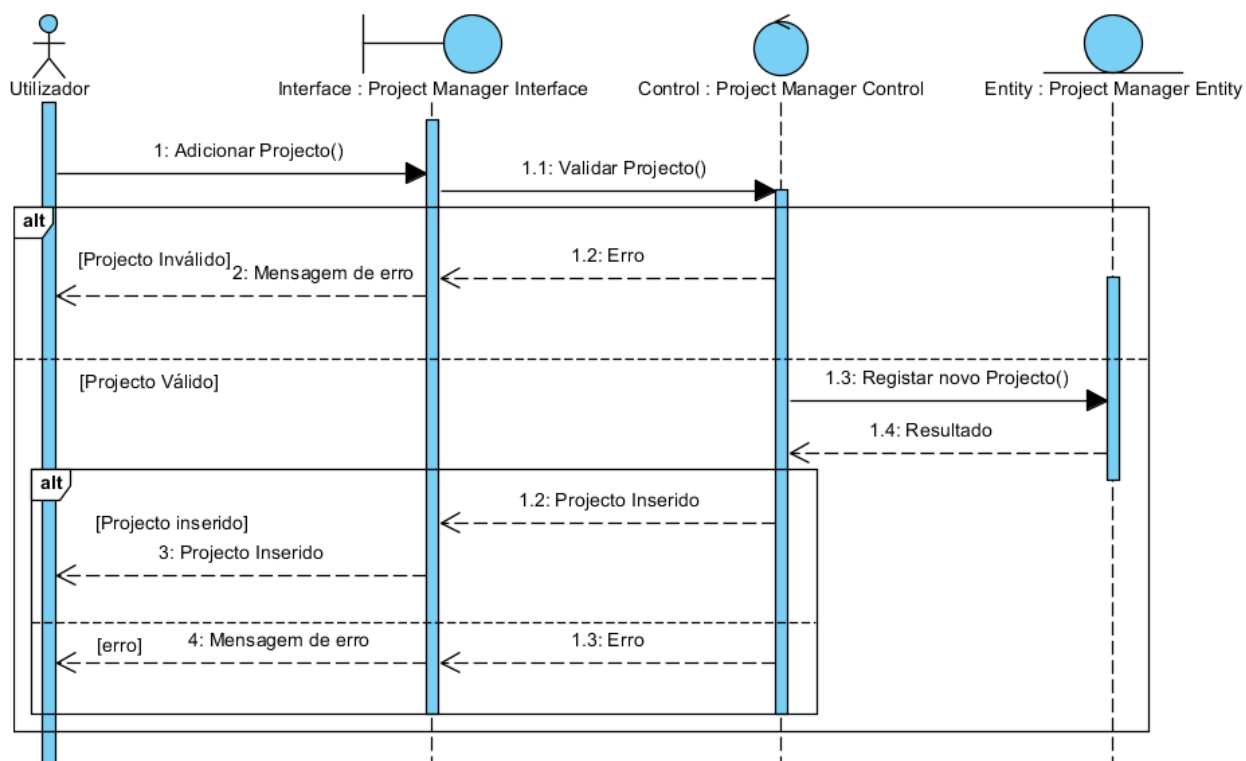


Figura 4.17 — Diagrama de sequência da criação de projecto

O diagrama de sequência da Figura 4.17, referente à criação de um novo projecto, apresenta a sequência de acções executadas a partir do pedido da alteração feito pelo utilizador. O pedido é feito à camada de *interface*, esta por sua vez vai enviar os dados recebidos para a camada de controlo de modo a que a sua validade seja aferida, caso sejam válidos são enviados à camada de entidade que vai tentar enviar os dados para a base de dados remota. O utilizador recebe uma mensagem de erro caso os dados não sejam válidos ou caso não seja possível inseri-los na base de dados, caso contrário o utilizador poderá verificar na *interface* que o projecto foi criado com sucesso.

## 4.5 Exemplo de Utilização do Sistema Desenvolvido

Nesta secção apresenta-se um exemplo de utilização da infra-estrutura computacional desenvolvida. Tal exemplo consiste na criação de um projecto, tarefas, recursos e gestão/atribuição desses mesmos recursos. Para além disso é registado um evento e procede-se ao tratamento do mesmo.

### 4.5.1 Criação de projecto

Para começar vai ser criado um projecto através da aplicação de escritório partindo de um caso em que não existe nenhum projecto ainda criado. Nesse caso a *interface* da aplicação terá o aspecto da Figura 4.18 e para criar um primeiro projecto deve pressionar-se o botão destacado a vermelho na figura.

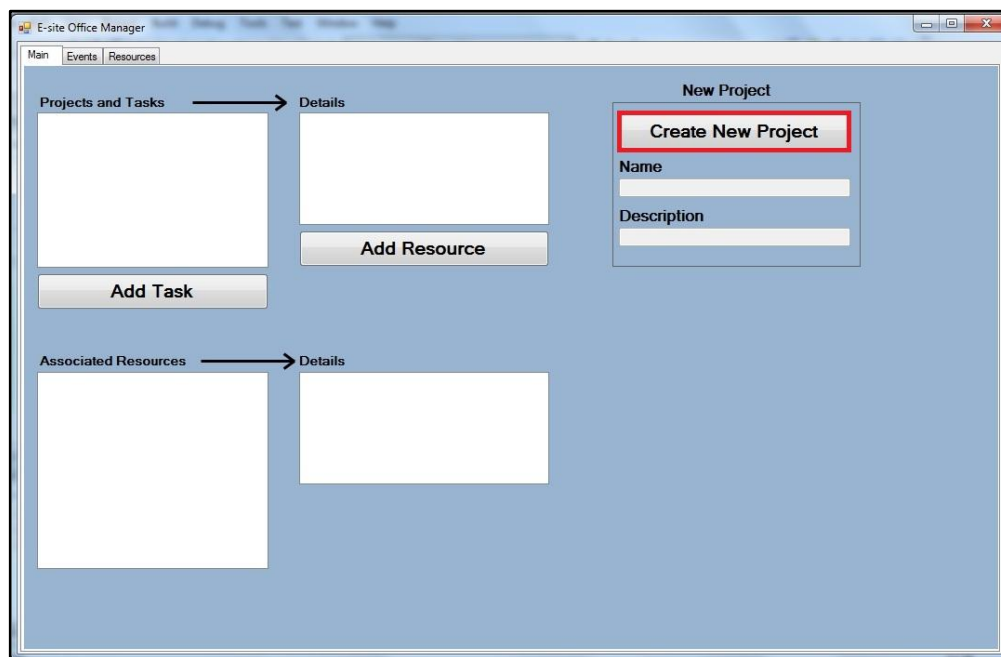


Figura 4.18 — Interface da aplicação de escritório sem projectos

Após preencher os dados como o nome e a descrição do projecto pressiona-se o botão "OK" submetendo o novo projecto para a base de dados (Figura 4.19). Os resultados são imediatos obtendo-

se a janela da Figura 4.20 em que já se pode visualizar o projecto criado e proceder à criação de uma nova tarefa pressionando o botão “*Add Task*” destacado.

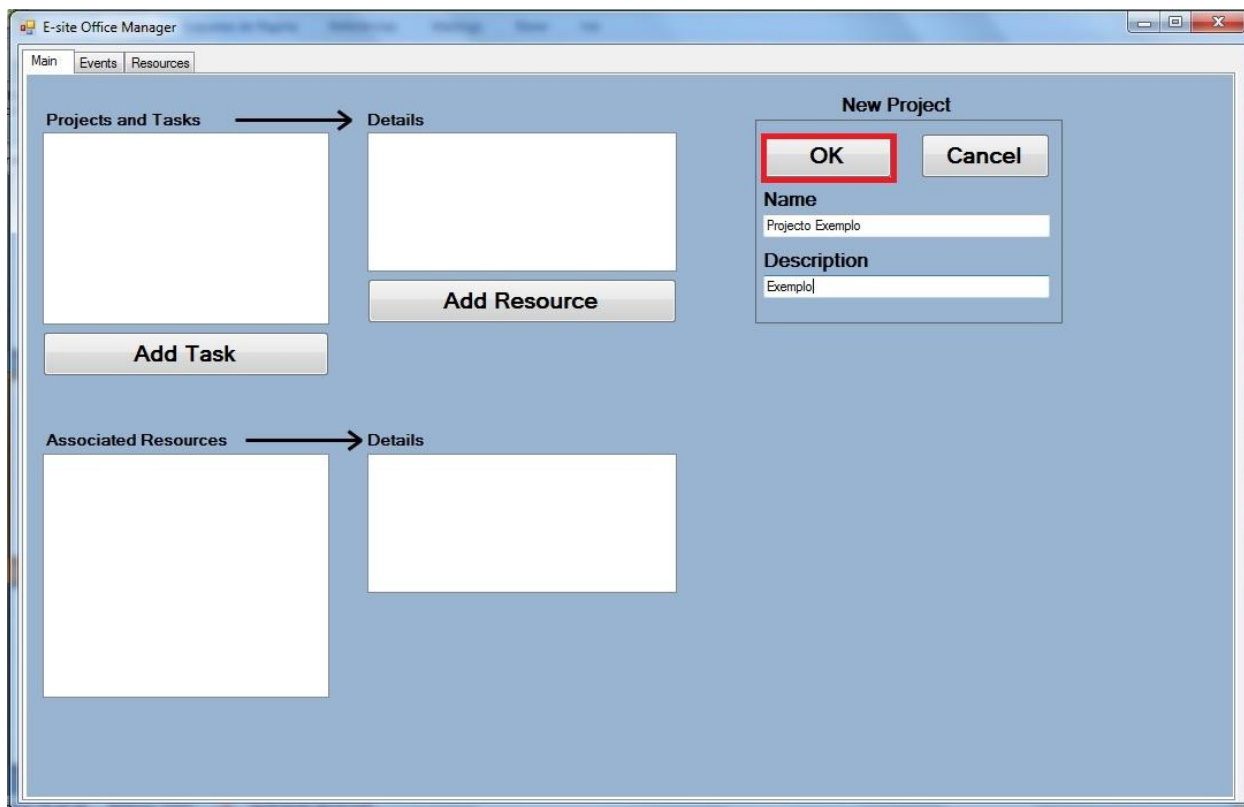


Figura 4.19 — Inserção de dados primários do projecto

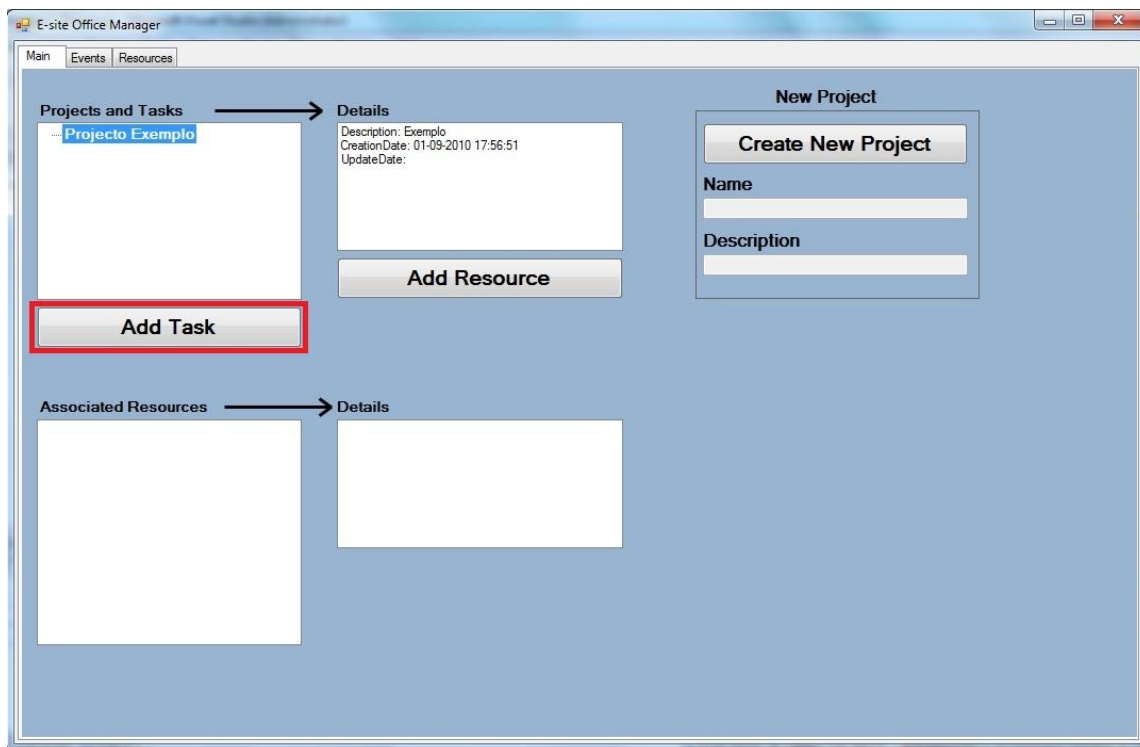
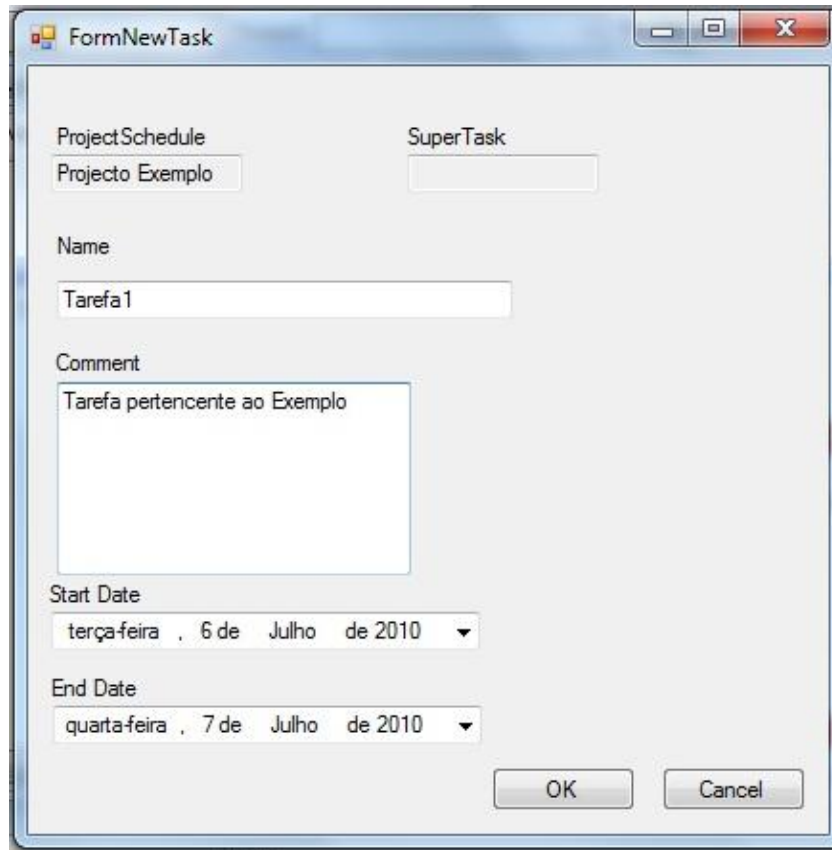


Figura 4.20 — Office Manager após inserção de um projecto

Para adicionar uma nova tarefa é lançada uma nova janela visível na Figura 4.21 onde se preenchem os detalhes dessa mesma tarefa tais como o nome, um comentário/descrição e as datas de início e fim da tarefa.

A screenshot of a Windows-style dialog box titled "FormNewTask". The dialog has a light gray background and a blue title bar with standard minimize, maximize, and close buttons. It contains several input fields: "ProjectSchedule" with the text "Projecto Exemplo", "SuperTask" (empty), "Name" with "Tarefa1", and "Comment" with "Tarefa pertencente ao Exemplo". Below these are "Start Date" and "End Date" fields, both showing dates in July 2010. At the bottom right are "OK" and "Cancel" buttons.

FormNewTask

ProjectSchedule  
Projecto Exemplo

SuperTask

Name  
Tarefa1

Comment  
Tarefa pertencente ao Exemplo

Start Date  
terça-feira , 6 de Julho de 2010

End Date  
quarta-feira , 7 de Julho de 2010

OK Cancel

Figura 4.21 — Janela de criação de novas Tarefas

Como resultado da submissão da nova tarefa regressa-se de novo à janela principal que terá agora o aspecto da Figura 4.22 em que já se pode visualizar a tarefa inserida. Para efeitos do exemplo vai adicionar-se uma nova tarefa que será dependente da primeira tarefa inserida (“Tarefa1”). Para isso é necessário seleccionar a tarefa existente e pressionar o botão “Add Task” tal como ao adicionar uma tarefa independente.

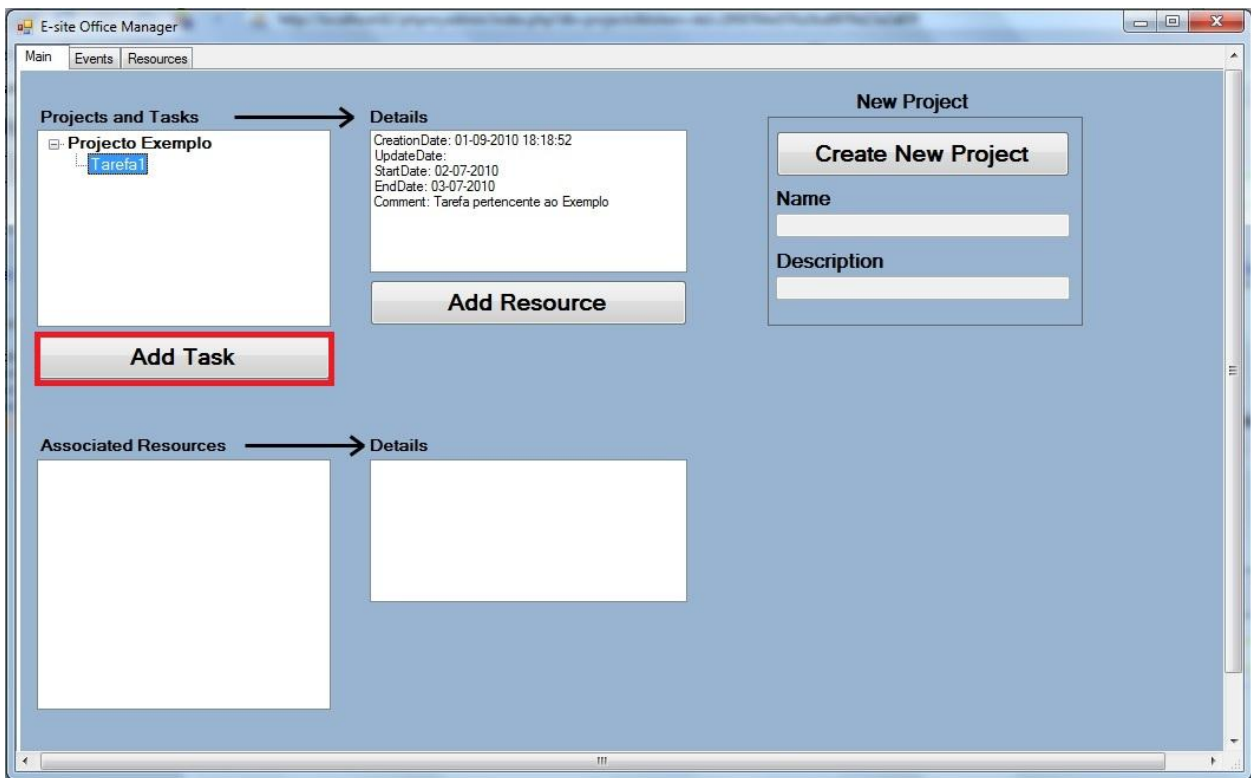
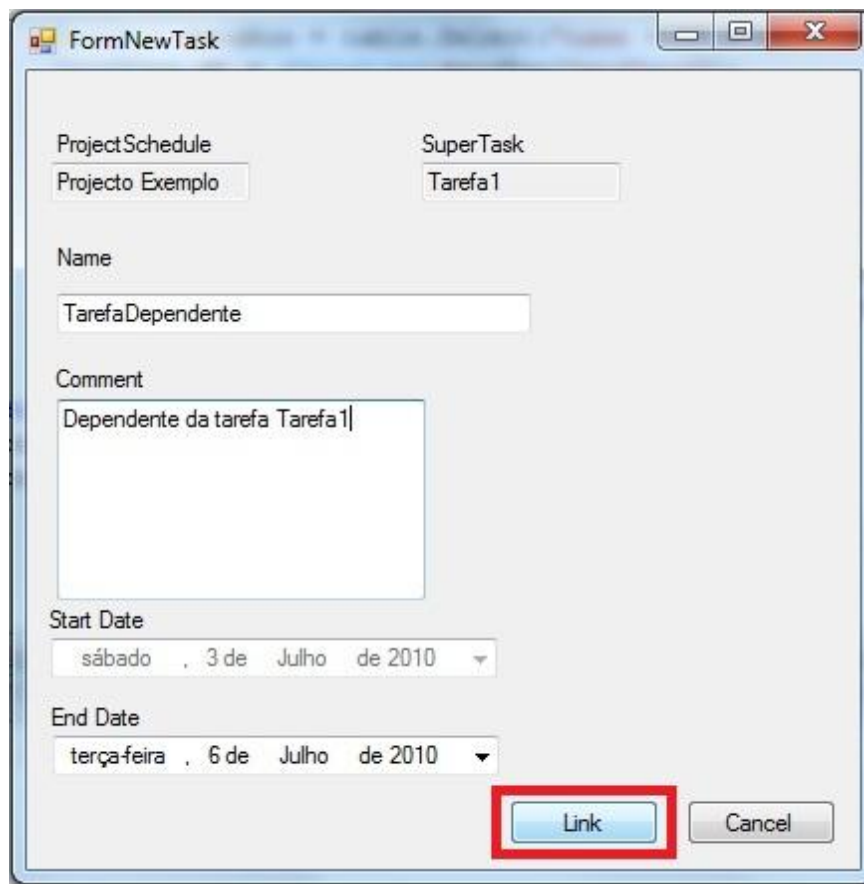


Figura 4.22 — Janela principal com uma tarefa inserida no projecto exemplo

A adição de uma tarefa dependente é semelhante à adição de uma tarefa independente, excepto no pormenor de que a data de início da tarefa já esta definida como sendo a data de fim da tarefa anterior, já que é dependente desta. Na Figura 4.23 pode observar-se a janela de criação de tarefas dependentes que é semelhante à da Figura 4.21, mas na qual não é possível alterar a data de início. Para além disso o botão “OK” é substituído pelo botão “Link” que ao ser pressionado vai criar a tarefa e o Link entre a tarefa criada e a tarefa da qual depende.





The image shows a Windows-style dialog box titled "FormNewTask". It contains several input fields and buttons. At the top, there are two labels: "ProjectSchedule" and "SuperTask". Below "ProjectSchedule" is a text box containing "Projecto Exemplo". Below "SuperTask" is a text box containing "Tarefa1". In the center, there is a "Name" label followed by a text box containing "TarefaDependente". Below that is a "Comment" label followed by a larger text area containing "Dependente da tarefa Tarefa1". At the bottom, there are two date pickers: "Start Date" showing "sábado , 3 de Julho de 2010" and "End Date" showing "terça-feira , 6 de Julho de 2010". At the very bottom right, there are two buttons: "Link" and "Cancel". The "Link" button is highlighted with a red rectangular border.

Figura 4.23 — Janela para a criação de novas tarefas dependentes

Após a inserção desta segunda tarefa a janela principal terá o aspecto da Figura 4.24 no qual se pode ver a nova tarefa como nó filho da tarefa de que depende.

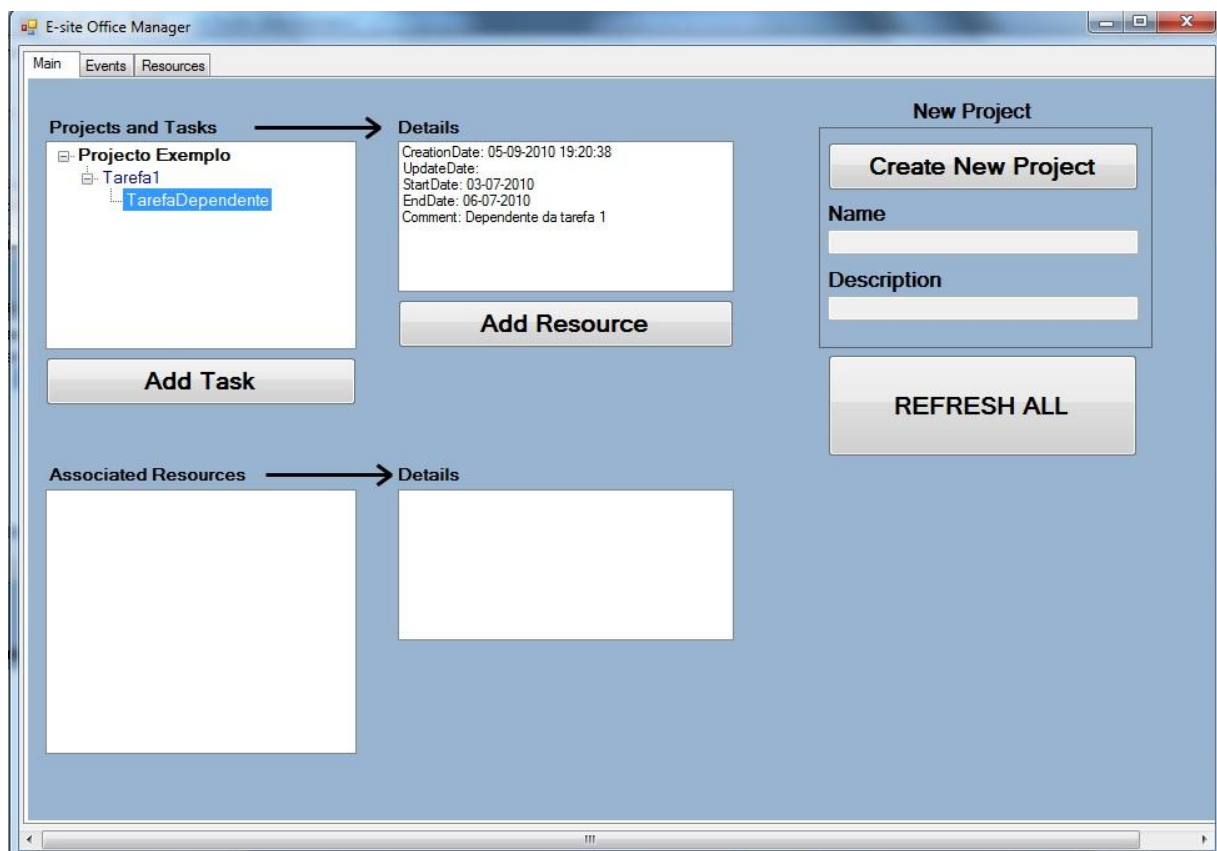


Figura 4.24 — Aspecto da janela após a inserção de uma nova tarefa dependente

#### 4.5.2 Criação de recursos e associação dos mesmos a tarefas

Para começar são inseridos na base de dados os recursos que existem à disposição para os projectos. Para isso basta aceder à janela principal e seleccionar o separador com o nome “Resources”, sendo então apresentado ao utilizador a opção de criar os recursos como se pode ver na Figura 4.25, em que encontram destacados a vermelho o botão que possibilita a criação de um novo recurso e o separador referido.

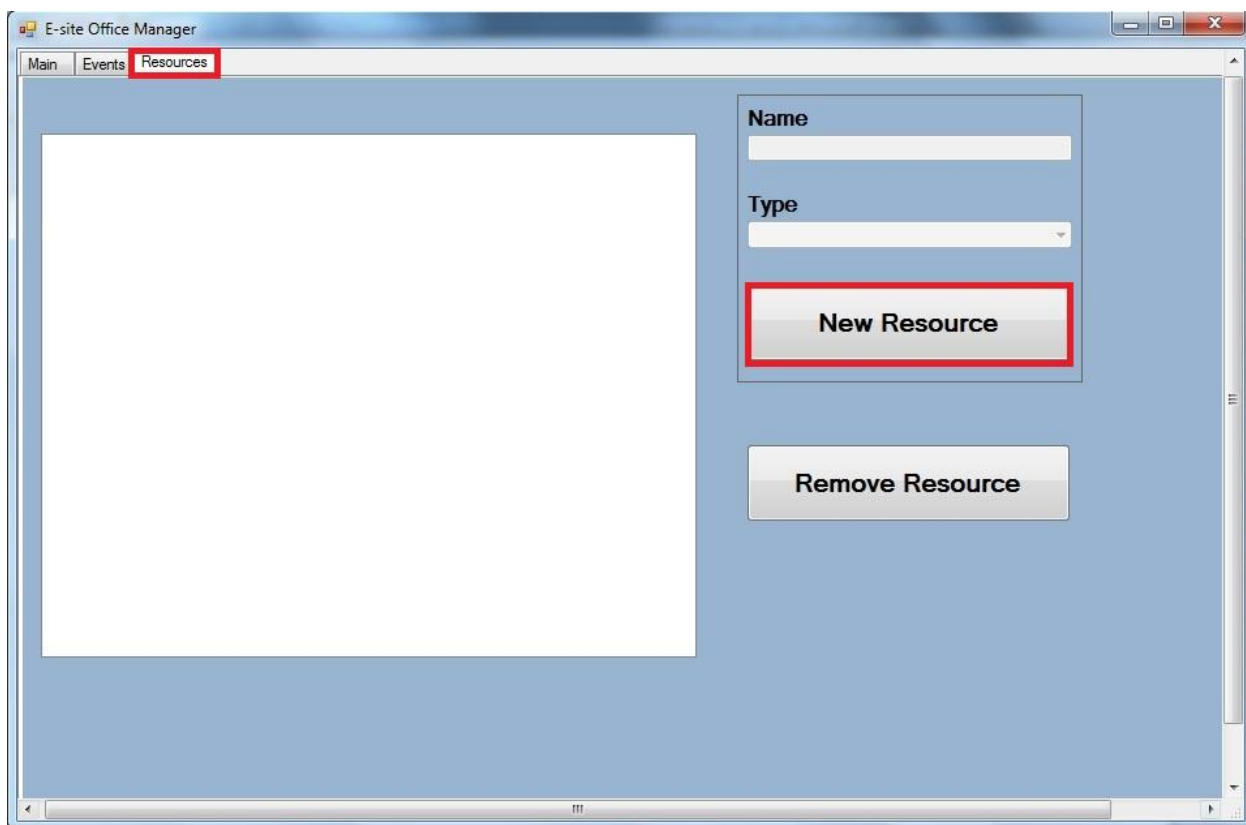


Figura 4.25 — Janela Principal do Office Manager - Gestão de Recursos

Ao pressionar o botão “New Resource” será então possível a inserção de um novo recurso como se pode verificar na Figura 4.26. Pode escolher-se o nome do recurso e um dos tipos de recurso existentes.

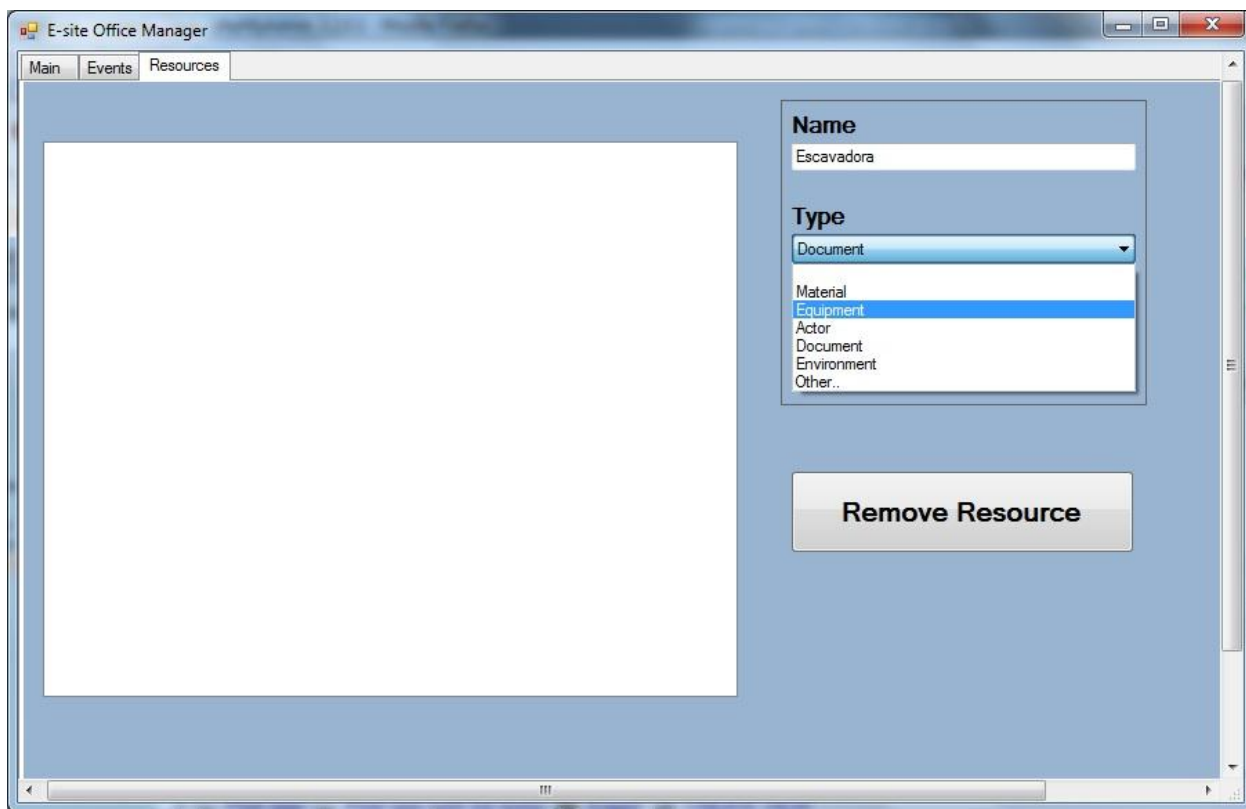


Figura 4.26 — Inserção de novo recurso

Após a inserção dos recursos, a janela terá o aspecto da Figura 4.27 em que estão inseridos diversos recursos usados como exemplo.

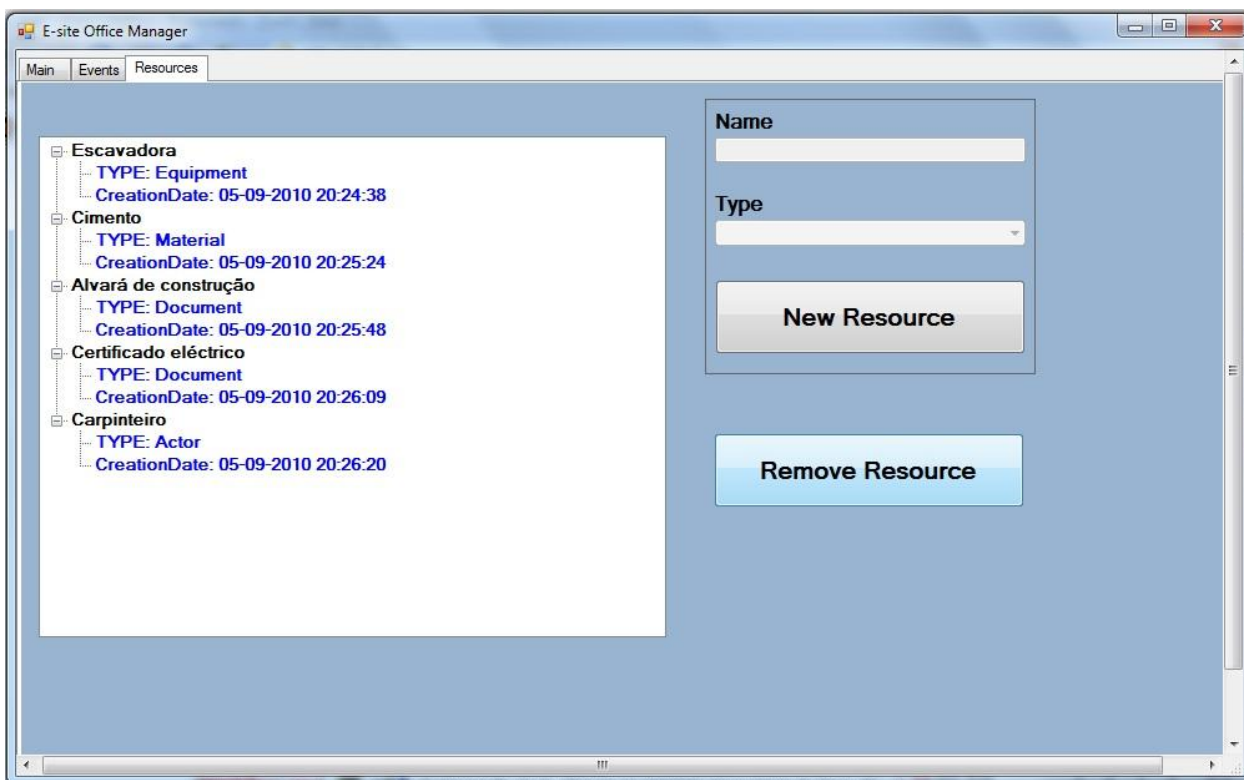


Figura 4.27 — Lista de recursos

Após a criação dos recursos é possível associar os mesmos a uma tarefa, bastando voltar ao separador “Main” da aplicação, seleccionar uma tarefa e pressionar o botão “Add Resource”. É exactamente essa situação que se pretende demonstrar na Figura 4.28 em que o botão referido está destacado a vermelho. Na Figura 4.29 pode ver-se a situação seguinte que é a escolha do recurso a associar.

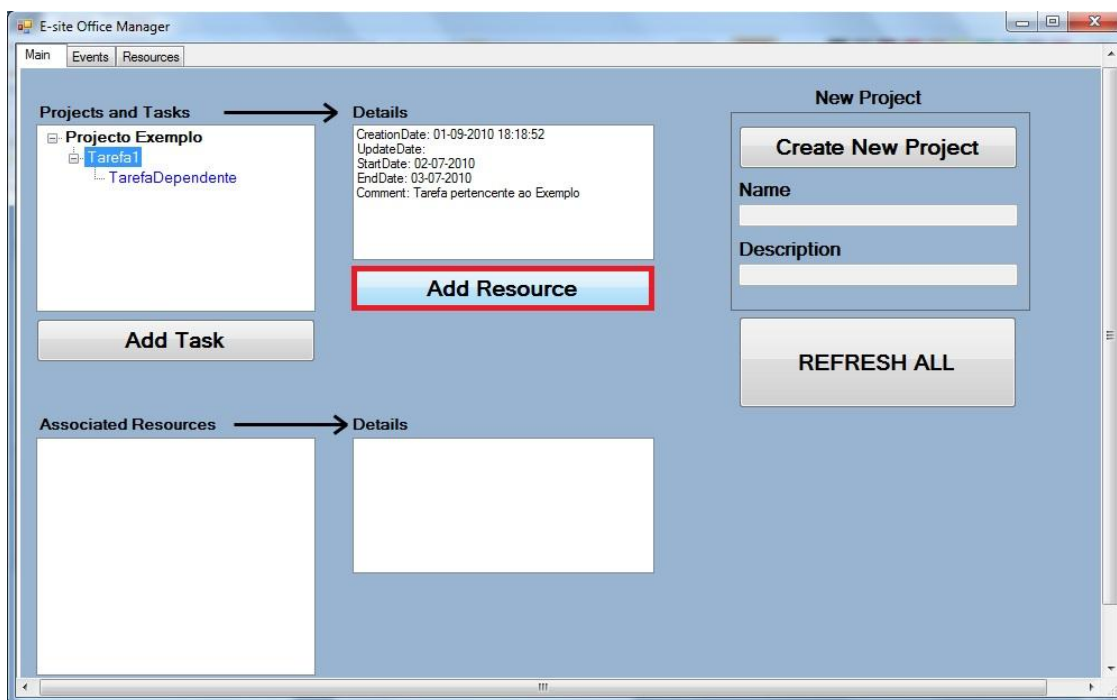


Figura 4.28 — Associação de recurso a tarefa

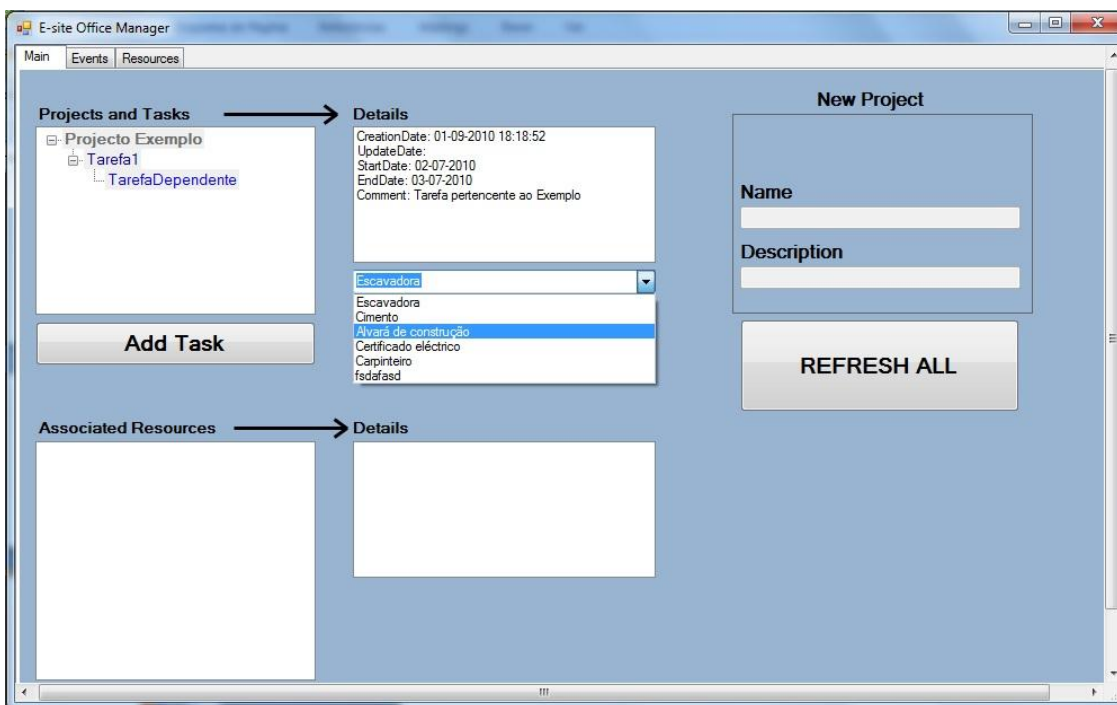


Figura 4.29 — Escolha de recurso para associação a tarefa

Após a associação de um recurso a uma tarefa, é possível visualizar na *interface* esta mesma relação, ou seja, ao seleccionar a tarefa são-nos apresentados os recursos associados à mesma, como se pode observar na Figura 4.30.

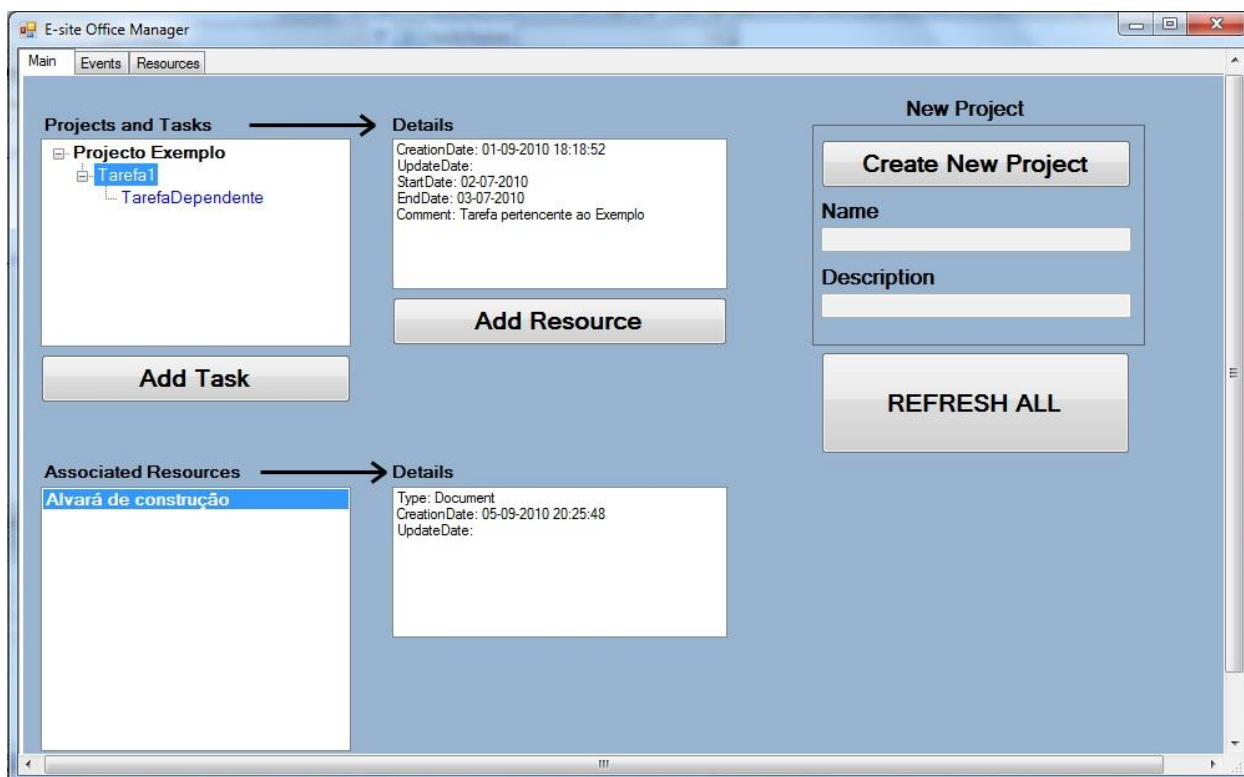


Figura 4.30 — Detalhes de tarefa e de um recurso associado à mesma

#### 4.5.3 Registo de ocorrência imprevista através da aplicação móvel(Evento)

Na aplicação móvel para registar a ocorrência de um imprevisto basta aceder ao menu “New Event” e seleccionar o tipo de evento, neste caso para exemplo será seleccionado um evento sobre uma tarefa (Task), tal como se pode observar na Figura 4.31.

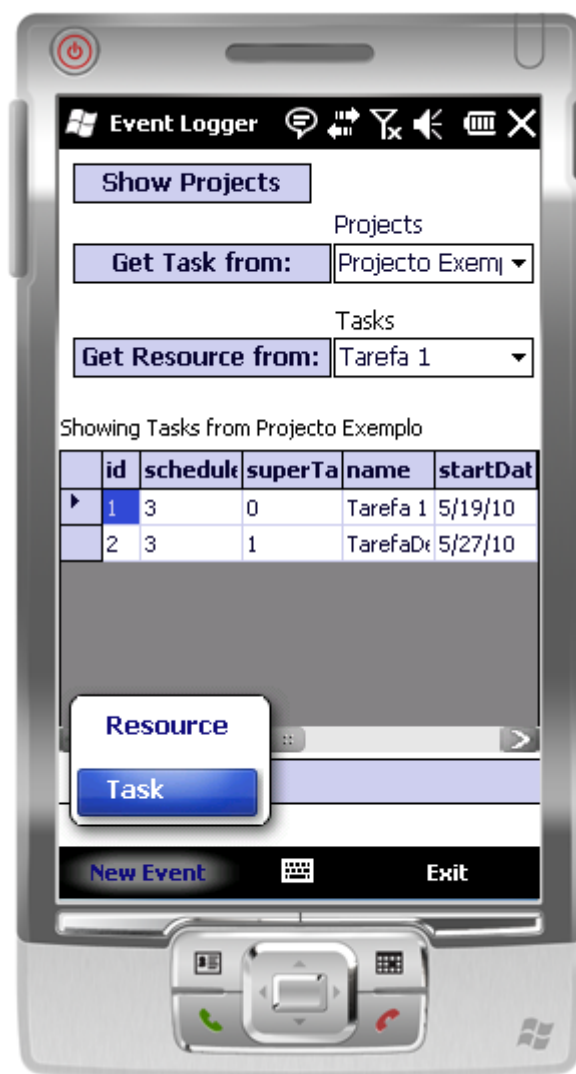


Figura 4.31 — Event Logger

Para submeter o evento é lançada uma nova janela onde se podem preencher os detalhes relativos ao evento. Na Figura 4.32 está representada a janela em questão, na qual se deve escolher a opção “Submit” para registar o evento na base de dados.





Figura 4.32 — Preenchimento das informações do evento

#### 4.5.4 Resolução de problema

Na Figura 4.33 pode observar-se o que sucede quando um novo evento é detectado pela aplicação de escritório ProjectManager. O utilizador é alertado para a ocorrência de um novo evento com o aparecimento de um botão com um texto de alerta. Ao pressionar o botão o utilizador é transportado para o separador “Events” onde poderá visualizar o evento, tal como está demonstrado na Figura 4.34.

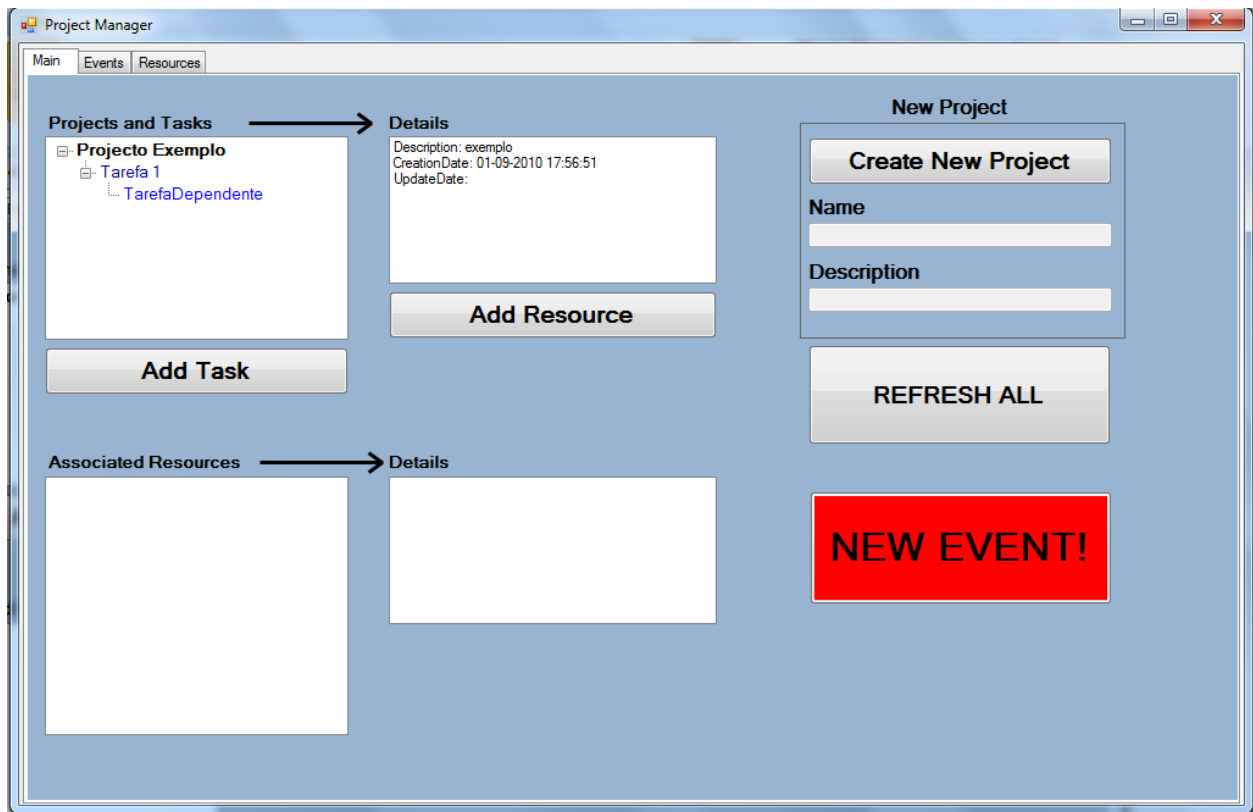


Figura 4.33 — Alerta de novo evento

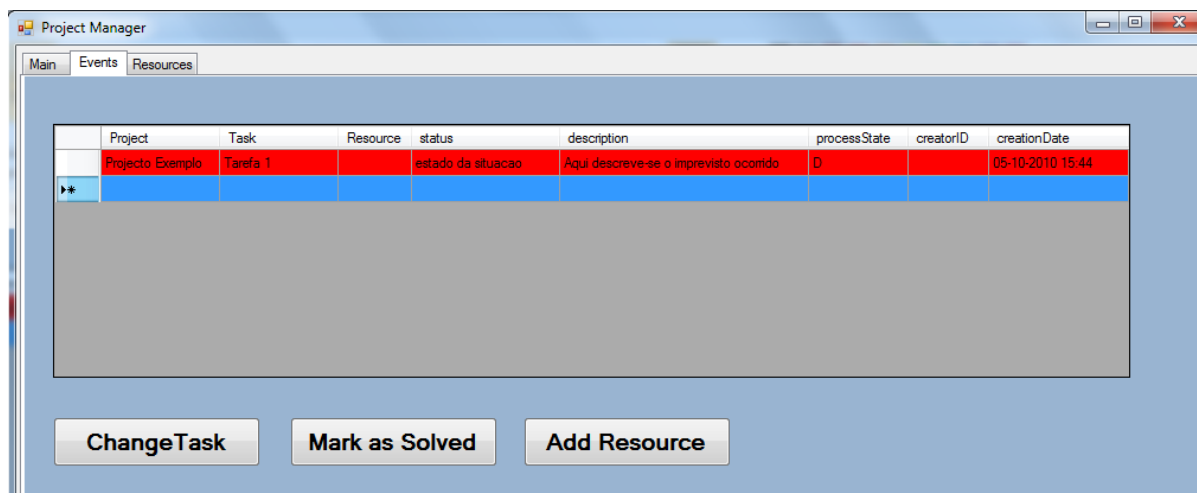


Figura 4.34 — Lista de eventos

O evento registado ocorre sobre uma tarefa e a solução escolhida neste caso de exemplo é alterar a tarefa. Para isso basta seleccionar o evento em causa e pressionar o botão “*Change Task*” visível na Figura 4.34. Para alterar a tarefa basta preencher os detalhes na janela de alteração de tarefa tal como se pode verificar na Figura 4.35. Neste caso a tarefa foi adiada, sendo alteradas as suas datas de início e fim.

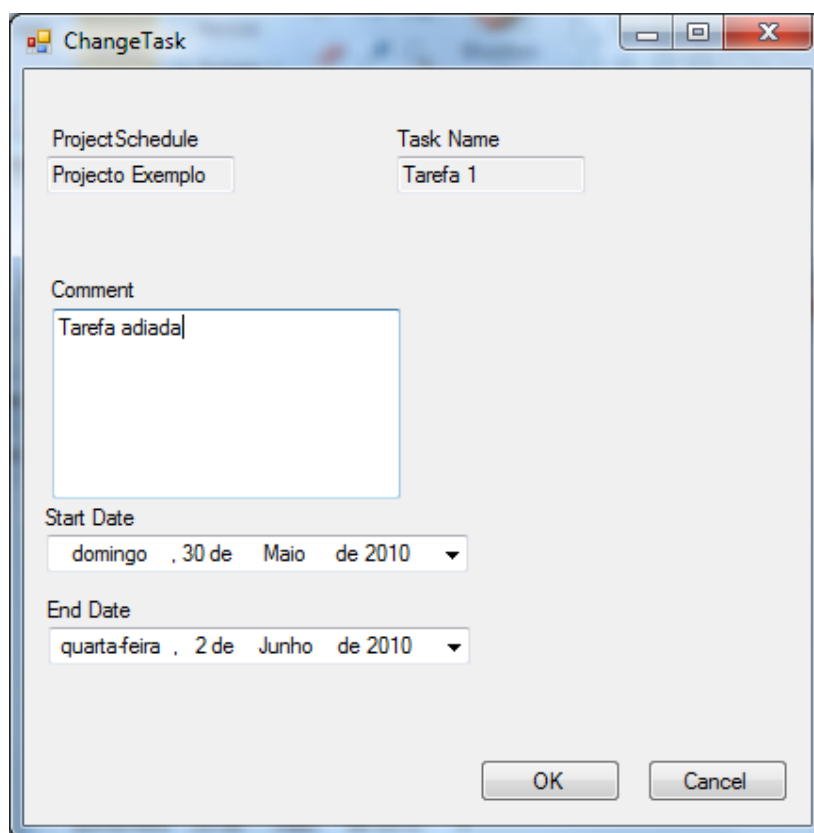
A screenshot of a Windows-style dialog box titled "ChangeTask". The dialog has a light gray background and a blue border. It contains several input fields: "ProjectSchedule" with the value "Projecto Exemplo", "Task Name" with the value "Tarefa 1", and a "Comment" text area containing "Tarefa adiada". Below the comment is a "Start Date" dropdown menu showing "domingo , 30 de Maio de 2010" and an "End Date" dropdown menu showing "quarta-feira , 2 de Junho de 2010". At the bottom right are "OK" and "Cancel" buttons.

Figura 4.35 — Alteração de tarefa

Caso o problema esteja resolvido há que marcá-lo como tal, de modo a que isto seja aparente também para os trabalhadores no local de construção. Para isso basta pressionar o botão “*Mark as Solved*” visível na Figura 4.36, em que se pode observar o evento já após esta acção estando destacado a verde indicando a sua resolução e com o seu **Status** registado como “*solved*”.

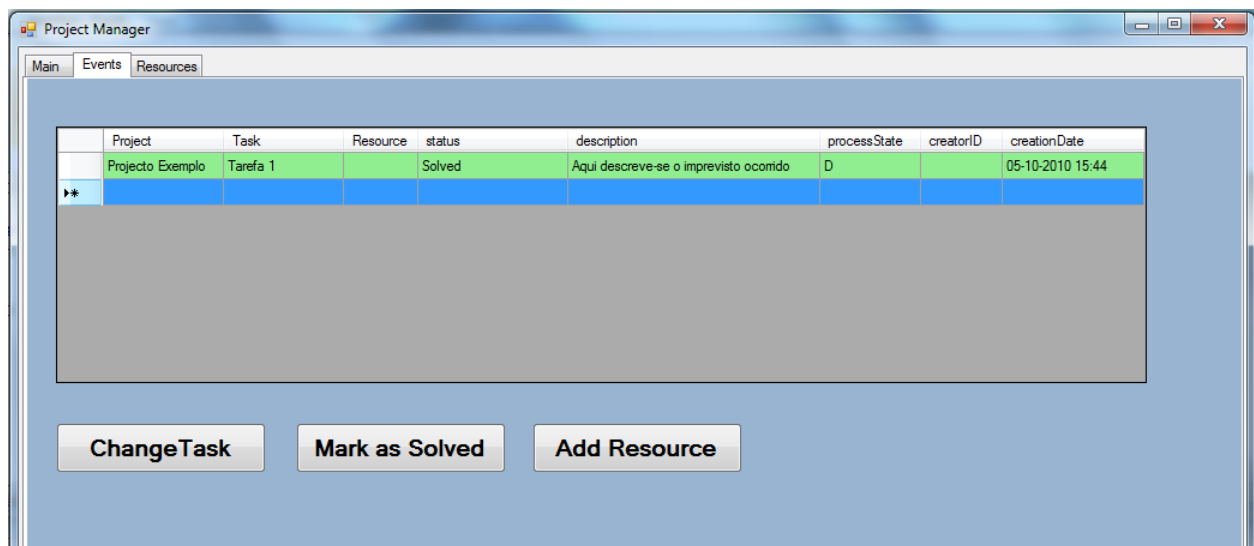


Figura 4.36 — Evento marcado como resolvido

Este último passo significa a resolução do evento e assim as decisões tomadas serão implementadas no local de construção.

Este caso é apenas um exemplo das funcionalidades oferecidas pelo sistema desenvolvido, ilustrando apenas um evento e uma das soluções possíveis de entre um vasto leque de eventos possíveis e respectivas soluções.

## 5 Conclusões

Neste capítulo apresenta-se uma síntese do trabalho desenvolvido, e descrevem-se os objectivos alcançados. Para além disso, analisam-se as dificuldades encontradas, possíveis alterações e pontos a melhorar em trabalhos futuros.

### 5.1 Síntese do trabalho

O trabalho realizado teve como objectivo principal desenvolver uma infra-estrutura computacional que visa melhorar a comunicação entre os intervenientes no local de trabalho, contribuir para uma eficaz gestão de riscos diminuindo o tempo de resposta a um imprevisto, e proporcionar uma melhor visibilidade e um melhor controlo sobre o progresso dos trabalhos. A infra-estrutura desenvolvida pretende deste modo fornecer um suporte para aumentar a produtividade e diminuir os custos e riscos.

Para atingir estes objectivos foi criada uma base de dados para armazenar todos os dados referentes aos projectos, tarefas, recursos e eventos, etc.. Recorrendo a *WebServices* foi criado um conjunto de serviços que permite a interacção com os dados na base de dados.

A aplicação *ProjectManager* permite gerir os projectos e toda a informação referente a estes. As decisões sobre o projecto e caminhos a tomar são deixadas para o utilizador do *ProjectManager*, ao qual apenas são oferecidas as ferramentas para que as suas decisões sejam seguidas e concretizadas. O *ProjectManager* oferece ainda ao utilizador rápido acesso aos eventos ocorridos no local de construção, permitindo que os problemas que estes causam sejam rapidamente analisados e tratados. O registo de eventos é efectuado pela aplicação Event Logger destinada a dispositivos móveis a usar no próprio local de construção.

Resumindo foram atingidos os seguintes objectivos:

- Aumento do controlo e visibilidade sobre projectos a decorrer;
- Documentação de projectos para referência futura;
- Potencial diminuição do tempo de resposta a imprevistos;
- Contribuir para uma melhor gestão de riscos.

## **5.2 Trabalhos futuros e dificuldades**

Devido a restrições de tempo e devido ao cancelamento do projecto, por parte do CSTB<sup>4</sup>, no qual o trabalho desenvolvido seria testado, não se procedeu à validação do mesmo em ambiente real de modo a verificar o seu funcionamento durante um projecto de construção. Certamente existiriam benefícios a retirar de um teste feito por profissionais da área de construção de modo a identificar os dados mais importantes para cada serviço e para reter na base de dados.

Como ponto em aberto resta a implementação de um método de registo dos utilizadores, para obter maior segurança. Melhorias ao trabalho podiam passar pela implementação de um método de suporte à decisão, ou seja, um método para indicar possíveis soluções para os eventos ocorridos ou ainda antever possíveis situações de riscos.

---

<sup>4</sup> Centre Scientifique e Technique du Bâtiment

## 6 Referências Bibliográficas

- [1] ABIresearch (2009), *GPS-enabled Handsets Expected to Bypass the Economic Downturn*, Acedido em 2010-09-18 na página <http://www.windowsfordevices.com/c/a/News/WiFi-positioning-system-locates-Windows-devices/>.
- [2] *About MySQL*, Acedido em 2010-09-06 na página [http://www.mysql.com/?bydis\\_dis\\_index=1](http://www.mysql.com/?bydis_dis_index=1).
- [3] *About the Device Emulator*, Acedido em 2010-09-06 na página <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa188148%28VS.90%29.aspx>.
- [4] *An overview of Visual Studio 2008*, Acedido em 2010-09-06 na página <http://www.microsoft.com/downloads/en/details.aspx?FamilyId=17319EB4-299C-43B8-A360-A1C2BD6A421B&displaylang=en>.
- [5] Bazjanac, V., Maile, T. (2004), IFC HVAC interface to EnergyPlus - A case of expanded interoperability for energy simulation. SimBuild 2004 Conference, Boulder, CO, pp. 1-7.
- [6] Bazjanac, V. (2009), What BIM offers to industry?. Build Smart International Conference, 2009, Abu Dhabi.
- [7] *Bluetooth Basics*, Acedido em 2010-09-20 na página <http://www.bluetooth.com/English/Technology/Pages/Basics.aspx>.

[8] *BLUETOOTH SPECIFICATION Version 4.0* (2009), Bluetooth SIG, Acedido em 2010-09-20 na página <http://www.bluetooth.com/English/Technology/Building/Pages/Specification.aspx>.

[9] Callahan, M. (2005), "Construction change order claims". Aspen Publishers, pp. 2-9. ISBN 9780735552371.

[10] Carroll, A., Saluja, S., Tarczy-Hornoch, P., Johnson, R. (2002), The Implementation of a Personal Digital Assistant (PDA) Based Patient Record and Charting System: Lessons Learned. AMIA annual Symposium 2002, pp. 111–115.

[11] Duncan, W. (2008), "A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)-Fourth Edition". Project Management Institute, pp 3-20. ISBN 1-880410-13-3

[12] European e-Business Watch (2010), "ICT and e-Business for an Innovative and Sustainable Economy", e-Business Watch Synthesis Report 2009/10, pp. 23–29. Acedido em 2010-09-18 na página [http://www.ebusiness-watch.org/key\\_reports/documents/EBR09-10.pdf](http://www.ebusiness-watch.org/key_reports/documents/EBR09-10.pdf).

[13] *Facts about the Mobile. A Journey through Time*. Acedido em 2010-09-18 na página <http://www.mobilen50ar.se/eng/FaktabladENGFinal.pdf>.

[14] Flybjerg, B. (2006), "From Nobel Prize To Project Management: Getting Risks Right", Project Management Journal, Vol. 37, No. 3, pp. 5–15. ISSN 8756-9728/03.



- [15] Ghee, R. (2010), *NFC-enabled mobile phones – the future of the check-in process?*, Acedido em 2010-09-20 na página <http://www.check-in.aero/2010/08/nfc-enabled-mobile-phones-the-future-of-the-check-in-process/>.
- [16] Head , G. (2009), “Risk Management—Why and How”. White Paper, International Risk Management Institute, Inc, pp. 12–22. ISBN 978–1–933686–16–5.
- [17] Hubbard, D. (2009), “The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It”. John Wiley & Sons, pp. 6-20. ISBN 978-0-470-38795-5.
- [18] Kahneman, D., & Tversky, A. (1979), “Prospect theory: An analysis of decisions under risk”, *Econometrica*, Vol. 47, No. 2, pp. 313–327.
- [19] Lima, C. (2004), *Electronic Business in the AEC sector. prodAEC: Services for Advanced Modelling in Building Construction*, London.
- [20] *Microsoft Project-Getting started: Introduction to project management*, Acedido em 2010-10-06 na página <http://office.microsoft.com/en-gb/project-help/getting-started-introduction-to-project-management-HA010359477.aspx?CTT=5&origin=HA010355887#BM3>.
- [21] Milana, C. & Zeli, A. (2001), *The Contribution of ICT to Production Efficiency in Italy: FirmLevel Evidence Using DEA and Econometric Estimations*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2002/13.

[22] Milosevic, D. (2003), "Project Management ToolBox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager". John Wiley & Sons, Inc, pp. 184-195. ISBN: 978-0-471-20822-8.

[23] *MySQL 5.1 Reference Manual*, Acedido em 2010-09-06 na página <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.1/en/connector-net.html>.

[24] Ortiz, C. (2008). *An Introduction to Near-Field Communication and the Contactless Communication API*, Acedido em 2010-09-20 na página <http://java.sun.com/developer/technicalArticles/javame/nfc/#1>.

[25] Sjøgren, J. (2007), Building Smart – a smart way for implementation of standards. buildingSMART presentation slides. European Technical Data Event, Outubro 2007.

[26] Soeiro, A. (2007), Education Using ICT for Construction Management. The 5th International Conference on Education and Information Systems, Technologies and Applications: EISTA 2007, Orlando FL, EUA.

[27] *Wi-Fi positioning system locates Windows devices*, Acedido em 2010-09-18 na página <http://www.windowsfordevices.com/c/a/News/WiFi-positioning-system-locates-Windows-devices/>.

[28] Wildavsky, A. (1991), "Searching for safety". New Brunswick, NJ: Transaction Books, p. 221. ISBN 0-912051-18-3.

[29] *Wireless Local Area Networks (WLAN)*, Acedido em 2010-09-20 na página [http://foi.becta.org.uk/content\\_files/corporate/resources/technology\\_and\\_education\\_research/w\\_lans.pdf](http://foi.becta.org.uk/content_files/corporate/resources/technology_and_education_research/w_lans.pdf).